

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования
«НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
ТОМСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Институт Юргинский технологический институт

Направление подготовки (специальность) 15.03.01 «Машиностроение», профиль
«Оборудование и технология сварочного производства»

ДИПЛОМНЫЙ ПРОЕКТ

Тема работы				
РАЗРАБОТКА ТЕХНОЛОГИИ И ПРОЕКТИРОВАНИЕ УЧАСТКА СБОРКИ-СВАРКИ РАМЫ ОСНОВАНИЯ КСКр.381.34.001.130				

УДК:621.757:621.791:622.873.3-21

Студент

Группа	ФИО	Подпись	Дата
10А72	Замирбеков Ж.З.		

Руководитель

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ЮТИ	Ильященко Д.П.	к.т.н.		

Нормоконтроль

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ЮТИ	Крюков А.В.	к.т.н.		

КОНСУЛЬТАНТЫ:

По разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ЮТИ	Телипенко Е.В.	к.т.н.		

По разделу «Социальная ответственность»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ЮТИ	Солодский С.А.	к.т.н.		

ДОПУСТИТЬ К ЗАЩИТЕ:

Руководитель ООП «Машиностроение»	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ЮТИ	Ильященко Д.П.	к.т.н.		

Юрга – 2021 г.

ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОСВОЕНИЯ ООП

Код компетенции	Наименование компетенции
Универсальные компетенции	
УК(У)-1	Способен осуществлять поиск, критический анализ и синтез информации, применять системный подход для решения поставленных задач
УК(У)-2	Способен определять круг задач в рамках поставленной цели и выбирать оптимальные способы их решения, исходя из действующих правовых норм, имеющихся ресурсов и ограничений
УК(У)-3	Способен осуществлять социальное взаимодействие и реализовывать свою роль в команде
УК(У)-4	Способен осуществлять деловую коммуникацию в устной и письменной формах на государственном языке Российской Федерации и иностранном(-ых) языке(-ах)
УК(У)-5	Способен воспринимать межкультурное разнообразие общества в социально-историческом, этическом и философском контекстах
УК(У)-6	Способен управлять своим временем, выстраивать и реализовывать траекторию саморазвития на основе принципов образования в течение всей жизни
УК(У)-7	Способен поддерживать должный уровень физической подготовленности для обеспечения полноценной социальной и профессиональной деятельности
УК(У)-8	Способен создавать и поддерживать безопасные условия жизнедеятельности, в том числе при возникновении чрезвычайных ситуаций
Общепрофессиональные компетенции	
ОПК(У)-1	Умением использовать основные законы естественнонаучных дисциплин в профессиональной деятельности, применять методы математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования.
ОПК(У)-2	Осознанием сущности и значения информации в развитии современного общества.
ОПК(У)-3	Владением основными методами, способами и средствами получения, хранения, переработки информации.
ОПК(У)-4	Умением применять современные методы для разработки малоотходных, энергосберегающих и экологически чистых машиностроительных технологий, обеспечивающих безопасность жизнедеятельности людей и их защиту от возможных последствий аварий, катастроф и стихийных бедствий; умением применять способы рационального использования сырьевых, энергетических и других видов ресурсов в машиностроении.
ОПК(У)-5	Способностью решать стандартные задачи профессиональной деятельности на основе информационной и библиографической культуры с применением информационно-коммуникационных технологий и с учетом основных требований информационной безопасности.
Профессиональные компетенции	
ПК(У)-5	Умением учитывать технические и эксплуатационные параметры деталей и узлов изделий машиностроения при их проектировании
ПК(У)-6	Умением использовать стандартные средства автоматизации проектирования при проектировании деталей и узлов машиностроительных конструкций в соответствии с техническими заданиями
ПК(У)-7	Способностью оформлять законченные проектно-конструкторские работы с проверкой соответствия разрабатываемых проектов и технической

	документации стандартам, техническим условиям и другим нормативным документам
ПК(У)-8	Умением проводить предварительное технико-экономическое обоснование проектных решений
ПК(У)-9	Умением проводить патентные исследования с целью обеспечения патентной чистоты новых проектных решений и их патентоспособности с определением показателей технического уровня проектируемых изделий
ПК(У)-10	Умением применять методы контроля качества изделий и объектов в сфере профессиональной деятельности, проводить анализ причин нарушений технологических процессов в машиностроении и разрабатывать мероприятия по их предупреждению
ПК(У)-11	Способность обеспечивать технологичность изделий и процессов их изготовления; умением контролировать соблюдение технологической дисциплины при изготовлении изделий
ПК(У)- 12	Способность разрабатывать технологическую и производственную документацию с использованием современных инструментальных средств
ПК(У)- 13	Способностью обеспечивать техническое оснащение рабочих мест с размещением технологического оборудования; умением осваивать вводимое оборудование
ПК(У)- 14	Способность участвовать в работах по доводке и освоению технологических процессов в ходе подготовки производства новой продукции, проверять качество монтажа и наладки при испытаниях и сдаче в эксплуатацию новых образцов изделий, узлов и деталей выпускаемой продукции
ПК(У)- 15	Умением проверять техническое состояние и остаточный ресурс технологического оборудования, организовывать профилактический осмотр и текущий ремонт оборудования
ПК(У)-16	умением проводить мероприятия по профилактике производственного травматизма и профессиональных заболеваний, контролировать соблюдение экологической безопасности проводимых работ
ПК(У)-17	Умением выбирать основные и вспомогательные материалы и способы реализации основных технологических процессов и применять прогрессивные методы эксплуатации технологического оборудования при изготовлении изделий машиностроения
ПК(У)-18	Умением применять методы стандартных испытаний по определению физико-механических свойств и технологических показателей используемых материалов и готовых изделий
ПК(У)-19	Способностью к метрологическому обеспечению технологических процессов, к использованию типовых методов контроля качества выпускаемой продукции

Студент гр. 10А72

Замирбеков Ж.З.

Руководитель ВКР

Ильященко Д.П.

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования
**«НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
ТОМСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»**

Институт Юргинский технологический институт

Направление подготовки (специальность) 15.03.01 «Машиностроение», профиль
«Оборудование и технология сварочного производства»

УТВЕРЖДАЮ:

Руководитель ООП «Машиностроение»

(Подпись) _____ (Дата) Д. П. Ильященко
(Ф.И.О.)

ЗАДАНИЕ
на выполнение выпускной квалификационной работы

В форме:

Дипломной проект
(бакалаврской работы, дипломного проекта/работы, магистерской диссертации)

Студенту:

Группа	ФИО
10А72	Замирбекову Жаныбеку Замирбековичу

Тема работы:

Разработка технологии и проектирование участка сборки-сварки рамы основания Рама КСКр.381.34.001.130	
Утверждена приказом проректора-директора (директора) (дата, номер)	01.02.2021 №32–106/с

Срок сдачи студентом выполненной работы:

ТЕХНИЧЕСКОЕ ЗАДАНИЕ:

Исходные данные к работе <i>(наименование объекта исследования или проектирования; производительность или нагрузка; режим работы (непрерывный, периодический, циклический и т. д.); вид сырья или материал изделия требования к продукту, изделию или процессу; особые требования к особенностям функционирования (эксплуатации) объекта или изделия в плане безопасности эксплуатации, влияния на окружающую среду, энергозатратам; экономический анализ и т. д.).</i>	Материалы преддипломной практики
Перечень подлежащих исследованию, проектированию и разработке вопросов <i>(аналитический обзор по литературным источникам с целью выяснения достижений мировой науки техники в рассматриваемой области; постановка задачи исследования, проектирования, конструирования; содержание процедуры исследования, проектирования, конструирования; обсуждение результатов выполненной работы; наименование дополнительных разделов, подлежащих разработке; заключение по работе).</i>	<ol style="list-style-type: none">1. Обзор и анализ литературы.2. Объект и методы исследования.3. Разработка технологического процесса.4. Конструкторский раздел.5. Проектирование участка сборки-сварки.6. Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение.7. Социальная ответственность.

Перечень графического материала <i>(с точным указанием обязательных чертежей)</i>	1. ФЮРА.КСКр.381.034.001.130 СБ Рама основная 8 листов (A2x3). 2. ФЮРА.000001.062.00.000 СБ Приспособление сборочно-сварочное 1 лист (A1). 3. ФЮРА.000002.062 План участка 1 лист (A1). 4. ФЮРА.000003.062 Система вентиляции участка 1 лист (A1). 5. ФЮРА.000004.062 Основные технико-экономические показатели 1 лист (A1). 6. ФЮРА.000005.062 Схема изготовления рамы 1 лист (A1).
---	---

Консультанты по разделам выпускной квалификационной работы

(с указанием разделов)

Раздел	Консультант
Технологическая и конструкторская часть	Ильященко Д.П.
Социальная ответственность	Солодский С.А.
Финансовый менеджмент	Телипенко Е.В.

Названия разделов, которые должны быть написаны на иностранном языке:

Дата выдачи задания на выполнение выпускной квалификационной работы по линейному графику

--

Задание выдал руководитель:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ЮТИ	Ильященко Д.П.	К.т.н.		

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
10A72	Замирбеков Ж.З..		

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования
«НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
ТОМСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Институт Юргинский технологический институт

Направление подготовки (специальность) 15.03.01 «Машиностроение», профиль
«Оборудование и технология сварочного производства»

Период выполнения (осенний / весенний семестр 2020 – 2021 учебного года)

Форма представления работы:

Дипломный проект
(бакалаврская работа, дипломный проект/работа, магистерская диссертация)

КАЛЕНДАРНЫЙ РЕЙТИНГ – ПЛАН
выполнения выпускной квалификационной работы

Срок сдачи студентом выполненной работы:	
--	--

Дата контроля	Название раздела (модуля)/ Вид работы (исследования)	Максимальный балл раздела (модуля)
17.02.2021	Обзор литературы	10
15.03.2021	Объекты и методы исследования	15
13.04.2021	Разработка технологического процесса	15
16.04.2021	Конструкторский раздел	15
13.04.2021	Проектирование участка сборки-сварки	15
24.04.2021	Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение	15
10.05.2021	Социальная ответственность	15

Составил преподаватель:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент к.т.н. ЮТИ ТПУ	Ильященко Д.П.	к.т.н.		

СОГЛАСОВАНО:

Руководитель ООП «Машиностроение»	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ЮТИ	Ильященко Д.П.	к.т.н.		

Юрга – 2021 г.

ЗАДАНИЕ ДЛЯ РАЗДЕЛА «ФИНАНСОВЫЙ МЕНЕДЖМЕНТ, РЕСУРСОЭФФЕКТИВНОСТЬ И РЕСУРСОСБЕРЕЖЕНИЕ»

Студенту:

Группа	ФИО
10A72	Замирбекову Жаныбеку Замирбековичу

Институт	ЮТИ ТПУ	Направление/специальность	15.03.01 «Машиностроение» профиль «Оборудование и технология сварочного производства»
Уровень образования	Бакалавриат		

Исходные данные к разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»:

Оценка стоимости производства по предлагаемому технологическому процессу рамы основания КСКр.381.34.001.130

Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:

1. 1. Определение капитальных вложений в оборудование и приспособления
2. 2. Определение капитальных вложений в здание, занимаемое оборудованием и приспособлениями
3. 3. Определение затрат на основные материалы
4. 4. Определение затрат на вспомогательные материалы
5. 5. Определение затрат на заработную плату
6. 7. Определение затрат на амортизацию и ремонт оборудования

Перечень графического материала (с точным указанием обязательных чертежей)

При необходимости представить эскизные графические материалы к расчетному заданию

Дата выдачи задания для раздела по линейному графику

Задание выдал консультант:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ЮТИ	Телипенко Е.В.	К.Т.Н. доцент		

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
10A72	Замирбеков Ж.З.		

ЗАДАНИЕ ДЛЯ РАЗДЕЛА «СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ»

Студенту:

Группа	ФИО
10А72	Замирбекову Жаныбеку Замирбековичу

Институт	Юргинский технологический институт	Отделение	
Уровень образования	Бакалавриат	Направление/специальность	15.03.01 Машиностроение

Исходные данные к разделу «Социальная ответственность»:

<p>1. Описание технологического процесса, проектирование оснастки и участка сборки-сварки рамы основной на предмет возникновения:</p> <ul style="list-style-type: none"> – вредных проявлений факторов производственной среды (метеоусловия, вредные вещества, освещение, шумы, вибрации, электромагнитные поля, ионизирующие излучения) – опасных проявлений факторов производственной среды (механической природы, термического характера, электрической, пожарной и взрывной природы) – негативного воздействия на окружающую природную среду (атмосферу, гидросферу, литосферу) чрезвычайных ситуаций (техногенного, стихийного, экологического и социального характера) 	<ul style="list-style-type: none"> - вредных проявлений факторов производственной среды (метеоусловия, вредные вещества, освещение, шумы, вибрации, электромагнитные поля, ионизирующие излучения); - опасных проявлений факторов производственной среды (механической природы, термического характера, электрической, пожарной и взрывной природы); - негативного воздействия на окружающую природную среду (атмосферу, гидросферу, литосферу); - чрезвычайных ситуаций (техногенного, стихийного, экологического и социального характера).
<p>2. Знакомство и отбор законодательных и нормативных документов по теме</p>	

Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:

<p>1. Анализ выявленных вредных факторов проектируемой производственной среды в следующей последовательности:</p> <ul style="list-style-type: none"> – физико-химическая природа вредности, её связь с разрабатываемой темой; – действие фактора на организм человека; – приведение допустимых норм с необходимой размерностью (со ссылкой на соответствующий нормативно-технический документ); – предлагаемые средства защиты (сначала коллективной защиты, затем – индивидуальные защитные средства) 	<p>Действие выявленных вредных факторов на организм человека. Допустимые нормы (согласно нормативно-технической документации). Разработка коллективных и рекомендации по использованию индивидуальных средств защиты.</p>
<p>2. Анализ выявленных опасных факторов проектируемой производственной среды в следующей последовательности</p> <ul style="list-style-type: none"> – механические опасности (источники, средства защиты); – термические опасности (источники, средства защиты); – электробезопасность (в т.ч. статическое электричество, молниезащита – источники, средства защиты); – пожаровзрывобезопасность (причины, профилактические мероприятия, первичные средства пожаротушения) 	<p>Источники и средства защиты от существующих на рабочем месте опасных факторов (электробезопасность, термические опасности и т.д.). Пожаровзрывобезопасность (причины, профилактические мероприятия, первичные средства пожаротушения).</p>

3. Охрана окружающей среды: защита селитебной зоны анализ воздействия объекта на атмосферу (выбросы); анализ воздействия объекта на гидросферу (сбросы); анализ воздействия объекта на литосферу (отходы); разработать решения по обеспечению экологической безопасности со ссылками на НТД по охране окружающей среды.	Вредные выбросы в атмосферу.
4. Защита в чрезвычайных ситуациях: перечень возможных ЧС на объекте; выбор наиболее типичной ЧС; разработка превентивных мер по предупреждению ЧС; разработка мер по повышению устойчивости объекта к данной ЧС; разработка действий в результате возникшей ЧС и мер по ликвидации её последствий	Перечень наиболее возможных ЧС на объекте.
5. Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности: специальные (характерные для проектируемой рабочей зоны) правовые нормы трудового законодательства; организационные мероприятия при компоновке рабочей зоны	Организационные мероприятия при компоновке рабочей зоны.
Перечень графического материала:	
При необходимости представить эскизные графические материалы к расчётному заданию (обязательно для специалистов и магистров)	Лист-плакат Система вентиляции участка

Дата выдачи задания для раздела по линейному графику	
---	--

Задание выдал консультант:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ЮТИ	Солодский С. А.	к.т.н.		

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
10А72	Замирбеков Ж.З		

Реферат

Выпускная квалификационная работа 134 с., 5 рис., 18 табл., 57 источников, 3 приложения и 11 листов графического материала.

Ключевые слова: сварка плавлением, технология, режимы сварки, сила сварочного тока, сварочное оборудование, производительность, план участка, приспособление, промышленная безопасность, себестоимость.

Объектом разработки является рама основная КСКр.381.34.001.130.

Цель работы. Целью работы является разработка технологии изготовления рамы основной и проектирование участка сборки-сварки изделия.

В процессе выполнения работ проводились изучение составных деталей изделия, определение марки стали, выбор метода сварки, определение режимов сварки и сварочных материалов, нормирование операций, составление технологического процесса, расчет необходимого количество оборудования и численности рабочих.

Основные конструктивные, технологические и технико-эксплуатационные характеристики: Масса изделия составляет 8500 кг, габаритные размеры 3000×2034×1124 мм, изделие состоит из сталей: 10ХСНД, 30ХГСА и 14ХГ2САФД.

В результате выполнения работ рассчитаны режимы сварки, подобрано сварочное оборудование, пронормированы сборочно-сварочные операции.

Экономические показатели на производство конвейера скребкового с крестовой разгрузкой с годовой программой выпуска 500 штук составляет:

- капитальные вложения 4580405 руб;
- себестоимость продукции 230775146,76 руб.
- количество приведенных затрат 231462207,51 руб/изд. год.

Abstract

Final qualifying work 134p, 5 drawing, 18 tables, 57 sources, 3 applications, 11 p. graphic material.

Key words: fusion-welding, technology, welding modes, welding current strength, welding equipment, productivity, site plan, fixture, industrial safety, prime cost.

The object of research is the main frame KSKr.381.34.001.130.

Purpose of work. The aim of the work is to develop the technology for manufacturing the main frame and design the assembly-welding section of the product.

In the process of performing the work, the study of the component parts of the product, determination of the steel grade, selection of the welding method, determination of welding modes and welding materials, standardization of operations, preparation of the technological process, calculation of the required number of equipment and the number of workers were carried out.

Main design, technological and technical and operational characteristics: The weight of the product is 8500 kg, the overall dimensions are 3000x2034x1124 mm, the product consists of steels: 10KhSND, 30KhGSA and 14KhG2SAFD.

As a result of the work, the welding modes were calculated, the welding equipment was selected, the assembly and welding operations were normalized. Economic indicators for the production of a scraper conveyor with cross unloading with an annual production program of 500 pieces is:

- capital investments 4,580,405 rubles;
- production cost of 230,775,146.76 rubles.
- the number of reduced costs 231462207.51 rubles / ed. year.

Содержание

Введение	17
1 Обзор литературы	19
2 Объект и методы исследования	23
2.1 Описание сварной конструкции	23
2.2 Требования НД, предъявляемые к конструкции	24
2.2.1 Требования к подготовке кромок	25
2.2.2 Требования к сварке при прихватке	28
2.2.3 Требования к сборке сварного соединения	29
2.2.4 Требование к оформлению документации	31
2.2.5 Требования к контролю	32
2.3 Методы проектирования	33
2.4 Постановка задачи	34
3 Разработка технологического процесса	35
3.1 Анализ исходных данных	35
3.1.1 Основные материалы	35
3.1.2 Обоснование и выбор способа сварки	40
3.1.3 Выбор сварочных материалов	41
3.2 Выбор технологических режимов	45
3.3 Выбор основного оборудования	46
3.4 Выбор оснастки	49
3.5 Составление схемы общей сборки. Определение рациональной схемы разделения конструкции на сборочные единицы	52
3.6. Выбор методов контроля. Регламент проведения. Оборудование	53
3.6.1. Визуальный и измерительный контроль	54
3.6.2. Требования к выполнению визуального и измерительного контроля	54
3.6.3. Порядок выполнения визуального и измерительного контроля сварных соединений	55
3.6.4. Ультразвуковой контроль	56
	12

3.6.5. Подготовка поверхности к контролю	56
3.7 Разработка технической документации	57
3.8 Техническое нормирование операций	59
3.9 Материальное нормирование	62
3.9.1 Расход металла	62
3.9.2 Расход сварочной проволоки	62
3.9.3 Расход защитного газа	62
3.9.4 Расход электроэнергии	63
4 Конструкторский раздел	63
4.1 Проектирование сборочно-сварочных приспособлений	63
4.2 Расчет элементов сборочно-сварочных приспособлений	64
4.3 Порядок работы приспособлений	65
5 Проектирование участка сборки-сварки	67
5.1 Состав сборочно-сварочного цеха	67
5.2 Расчет основных элементов производства	67
5.2.1 Определение количества необходимого числа оборудования	68
5.2.2 Определение состава и численности рабочих	69
5.3 Пространственное расположение производственного процесса	70
5.3.1 Выбор типовой схемы компоновки сборочно-сварочного цеха	70
6. Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение	72
6.1 Финансирование проекта и маркетинг	72
6.2 Экономический анализ техпроцесса	72
6.2.1 Расчет капитальных вложений в производственные фонды	73
6.2.1.1 Определение капитальных вложений в оборудование и приспособления	73
6.2.1.2 Капитальные вложения в подъемно-транспортное оборудование	75
6.2.1.3 Определение капитальных вложений в здание, занимаемо.оборудованием и приспособлениями	75

6.2.2 Расчет себестоимости единицы продукции	76
6.2.2.1 Определение затрат на основные материалы	77
6.2.2.2 Определение затрат на сварочные материалы	77
6.2.2.3 Определение затрат на заработную плату	78
6.2.2.4 Определение затрат на заработную плату вспомогательных рабочих	79
6.2.2.5 Заработная плата административно-управленческого персонала	80
6.2.2.6 Определение затрат на силовую электроэнергию	80
6.2.2.7 Определение затрат на сжатый воздух	81
6.2.2.8 Определение затрат на содержание и эксплуатацию оборудования	81
6.2.2.9 Определение затрат на содержание помещения	83
6.3 Расчет технико-экономической эффективности	84
6.4 Основные технико-экономические показатели участка	85
7 Социальная ответственность	86
7.1 Описание рабочего места	86
7.2. Законодательные и нормативные документы	87
7.3 Анализ выявленных вредных факторов проектируемой производственной среды	89
7.3.1 Обеспечение требуемого освещения на участке	96
7.4 Анализ выявленных опасных факторов проектируемой произведённой среды	96
7.4.1 Разработка методов защиты от вредных и опасных факторов	99
7.5 Охрана окружающей среды	99
7.6 Защита в чрезвычайных ситуациях	101
7.7 Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности	101
Заключение	103
Библиография	104

Приложение А (Спецификация Рама основная)	110
Приложение Б (Спецификация Приспособление сборочно-сварочное)	112
Приложение В (Технологический процесс)	114
Дискета CD	В конверте на обложке
Графическая часть	На отдельных листах
ФЮРА.КСКр.381.062.00.000 СБ Рама основная	Формат 5-A2x3
Сборочный чертеж	
ФЮРА.000001.062.00.000 СБ Приспособление сборочно-сварочное	Формат А1
ФЮРА.000002.062 ЛП План участка	Формат А1
ФЮРА.000003.062 ЛП Технологическая схема сборки и сварки изделия	Формат А1
ФЮРА.000004.062 ЛП Схема вентиляции участка	Формат А1
ФЮРА.000005.062 ЛП Экономическая часть	Формат А1
ФЮРА.000006.062 ЛП Карта организации труда на производственном участке. Лист плакат	Формат А1

Обозначения и сокращения

Сб. ед. – сборочная единица.

Поз. – позиция.

ВИК – Визуальный и измерительный контроль.

УЗК – Ультразвуковой неразрушающий контроль.

НД – Нормативная документация.

НТД – Нормативно-технический документ.

РД – Руководящий документ.

ГОСТ – Государственный стандарт.

ПТД – Производственно-технологическая документация.

ЕСКД – Единая система конструкторской документации.

ЕСТД – Единая система технологической документации.

ПВ – Производительность включения.

КПД – Коэффициент полезного действия.

БТК – Бюро технического контроля

Введение

Сварка электрической дугой представляет собой способ соединения металлических частей, отличающееся тем, что части должны быть соединены методом расплавления дуговым разрядом в области их контакта, с последующим отверждением и образования надежного соединения. Источник тепла для сварки электрической дугой является электрический разряд в ионизированной смеси паров материалов и газов, характеризуется высокой плотностью тока и высокой температурой (4500-6000 °С) выше, чем в известной точке плавления металла.

После того, как понятие «сварка металлов» прочно утвердилось в современном языке, практически ни одна отрасль не осталась в стороне от ее применения. Строительство в промышленном и малом масштабе, является самой крупной отраслью, в которой используется соединение металла. Это связано с преимуществами сварки: быстрый процесс, прочность соединения, экономическая составляющая. В общем, все те качества, которые нужны для успешной работы.

Дуговая сварка в защитных газах имеет высокую производительность, легко поддается автоматизации и позволяет выполнять соединение металлов без применения электродных покрытий и флюсов. Этот способ сварки нашел широкое применение при изготовлении конструкций из сталей, цветных металлов и их сплавов.

Для защиты зоны сварки используют инертные газы гелий и аргон, а иногда активные газы – азот, водород и углекислый газ. Применяют также смеси отдельных газов в различных пропорциях. Такая газовая защита оттесняет от зоны сварки окружающий воздух. При сварке в монтажных условиях или в условиях, когда возможно сдувание газовой защиты, используют дополнительные защитные устройства. Эффективность газовой защиты зоны сварки зависит от типа свариваемого соединения и скорости сварки.

Как источник тока для сварки, выполняемой в среде защитных газов можно применять как сварочный выпрямитель, так и инверторный аппарат. В состав аппарата вмонтирован механизм подачи сварочной проволоки, которая служит присадочным материалом.

В представляемой выпускной квалификационной работе выполняется проектирование участка сборки и сварки рамы основной. В результате нужно разработать производство с наибольшей степенью механизации и автоматизации, позволяющих повысить производительность труда, качество сварного изделия и улучшить условия труда.

1 Обзор литературы

При подготовке и выполнении данной работы были изучены статьи [1–5] с нововведениями в сфере механизированной сварке в защитных газах, технике сварки, применяемом оборудовании и оснастки.

Авторы статей [6–8] пишут, что современные источники питания развиваются в области импульсных технологий.

В статьях [9–13] рассматривают импульсные технологии в сфере сварочного производства. Авторы этих статей выявили ряд преимуществ развитие импульсных технологий в сварочном производстве.

Импульсные процессы – один из методов, помогающих добиться высокого качества. Данная технология позволяет снизить разбрызгивание, что сказывается на внешнем виде сварных соединений и снижает затраты на последующую механическую обработку. Сниженное тепло вложение позволяет вести сварку без прожогов и тем самым минимально влиять на основной металл. По сравнению со стандартной сваркой *MIG/MAG* импульсная сварка позволяет в 3 – 8 раз повысить производительность процесса и значительно снизить сварочные деформации. Управляемый перенос металла помогает улучшить качество сварки. Данный метод является одним из самых лучших и эффективных. Все эти преимущества приводят к достаточно ощутимой экономии бюджета производства.

Ведущие производители сварочного оборудования [14–18] предлагают свои современные источники питания с импульсными технологиями.

Технология *Speed Arc* и *Speed Puls* реализованы на оборудование фирмы *LORCH*. *Speed Arc XT* отличается высокой сфокусированностью и стабильной дугой в сочетании с плотностью энергии, которая на голову выше любого другого сопоставимого процесса. Обеспечивая гораздо более глубокое проникновение в основной материал во всем диапазоне мощностей, этот процесс обеспечивает уровень проникновения, с которым обычные машины *MIG-MAG*

просто не могут сравниться. Повышенное давление дуги, которое подается в сварочную ванну *Speed Arc XT*, значительно увеличивает скорость сварки *MIG-MAG* во всем диапазоне мощности, делая ее значительно быстрее, проще в управлении и, следовательно, намного экономичнее [1].

В результате долгих испытаний *LORCH* была получена новая сварочная дуга, обладающая большей энергетической плотностью, более сфокусированная, обеспечивающая большее давление сварочной дуги в расплаве. Так, при использовании *Speed Arc* металл толщиной 15 мм можно сварить за 1 проход (при мощности сварочных полуавтоматов от 400А).

Speed Arc применяется только для металлов толщиной от 8 мм. В работе с металлами меньшей толщины данный сварочный процесс и сама сварка очень нестабильна. При работе с тонким металлом *SpeedArc* теряет свой смысл, т.к. его задача – быстрая и качественная сварка толстого металла.

Процесс *Speed Puls* призван расширить возможности применения импульсной сварки для сварки различных сталей и повысить её производительность. Применение импульсной дуги при *MIG/MAG* сварке сталей было связано в основном с необходимостью обеспечения четко дозированного переноса электродного металла и как следствие обеспечение минимальных тепло вложений, связанных с этим минимальных деформаций и т.п. При этом производительность и скорость сварки были существенно ниже, чем при сварке со струйным переносом электродного металла [1].

Технология *Swift Arc Transfer* реализован на оборудование фирмы *ESAB*. Скоростной перенос дуги (*Swift Arc Transfer, SAT*) – это высокопроизводительный процесс *MIG* сварки неомеднённой проволокой *AristoRod* с улучшенными характеристиками поверхности на скорости, превышающую предельную для стандартной сварки струйным переносом. Преимуществом неомедненной проволоки *AristoRod* перед омедненной является то, что она не так быстро загрязняет систему подачи частицами меди. Процесс *SAT* формирует ровный гладкий шов с хорошим проплавлением и без подрезов.

Дополнительным преимуществом является очень низкий уровень тепло вложения, что приводит к минимальной деформации.

Процесс *SAT* разработан для роботизированной, автоматизированной и механизированной сварки. Он отлично подходит для выполнения угловых сварных швов и для сварки внахлест в нижнем положении как тонких, так и толстых листов [2].

Технология *STT II* реализован на оборудование фирмы *Lincoln Electric*. *STT* расшифровывается как '' *Surface Tension Transfer* '' – это так называемый механизм переноса капли с помощью сил поверхностного натяжения. Он представляет собой один из разновидностей процесса переноса короткими замыканиями, который реализуется при дуговой сварки в среде защитных газов с одним важным отличием – расплавленный металл переносится за счет сил поверхностного натяжения (относительно больших) сварочной ванны, которая втягивает в себя жидкую каплю (относительно низкие силы поверхностного натяжения) на конце проволоки.

Этот вид переноса позволяет значительно сократить разбрызгивание и дымообразование в отличие от традиционных методов. Процесс прост в использовании, обеспечивает хороший контроль сварочной ванны и позволяет значительно снизить вероятность образования несплавов. Он не требует от сварщика высокой квалификации для того, чтобы выполнить качественное сварное соединение. Кроме этого, простота процесса *STT* сокращает время обучения сварщиков.

Процесс *STT* особо рекомендуется для выполнения корневых швов при сварке труб с зазором, а также для сварки тонколистового металла. Он позволяет сваривать все стали, начиная с простой углеродистой стали, кончая сплавами с высоким содержанием никеля [3].

Технология *force Arc* реализованы на оборудование фирмы *EWM*. Инновационные технологии *force Arc* и *force Arc puls* от *EWM* обеспечивают высокоэффективную *MIG/MAG* сварку для материалов толщиной более 5мм. *Force Arc* и *force Arc puls* позволяют достичь максимальной стабильности

сварочной дуги и идеальный провар шва, заметно сокращая образование брызг и затраты на механическую обработку.

Инверторы с технологией *force Arc* и *force Arc puls EWM* подходят как для ручной, так и автоматической сварки сплавов алюминия, углеродистых, низко- и высоколегированных сталей, что позволяет широко применять технологию в машиностроении, судостроении и приборостроении, а также для производства металлоконструкций и промышленного оборудования [4].

Технология *Steel Dynamic* реализован на оборудование фирмы *Fronius*. *Steel Dynamic* предназначена для сварки со струйным переносом металла больших толщин. Параметры сварки делают дугу более динамичную и концентрированную, что в свою очередь увеличивает глубину проплавления и увеличивает скорость сварки [5].

Вывод. Механизированная сварка плавящимся электродом в среде защитных газов благодаря своей универсальности, дает нам возможность механизации и автоматизации процесса чтоб обеспечить высокую эффективность, экономический расход ресурсов и экологической безопасности процесса.

На основе проведенного обзора литературы выберем сварочную технологию *Speed Arc* от компании *LORCH* так как нам требуется выполнять сварку металла больших толщин, развитие современных источников питания дало возможность расширить их функциональные характеристики и обеспечить высокое качество выполнения сварки.

2 Объект и методы исследования

Рассматриваемая конструкция – рама основная комбайн скребковый с крестовой разгрузкой. Конструкция изделия представлена на чертеже ФЮРА.КСКр.381.062.00.000 СБ. Рама основная представляет собой сложную сварную конструкцию, состоящую из двух боковин и стенки передней сборочных единиц: основание, днище верхнее, днище вставка, направляющая. Конструкция изготавливается из сталей: 30ХГСА, 10ХСНД, 14ХГ2САФД.

2.1 Описание сварной конструкции

Изготавливаемое изделие – рама основная конвейера скребкового с крестовой разгрузкой. Она предназначен для транспортировки угля вдоль лавы и погрузки угля на перегружатель в очистных забоях шахт, включая опасные по пыли и газу. Рама основная конвейера скребкового устанавливается в начале конвейера. Конструкция изделия представлена на чертеже ФЮРА.КСКр.381.062.00.000 СБ. Спецификация рамы основной приведена в приложении А. Габаритные размеры изделия: 3000х2034х1134 мм.

Масса, кг: 8500 кг.

Рама основная подвергается непосредственному воздействию высоких динамических нагрузок и вибрации.

Изделие эксплуатируется в воздушной среде. В процессе эксплуатации возможен ремонт сваркой отдельных частей конструкции.

2.2 Требования НД, предъявляемые к конструкции

Рама основная конвейера скребкового с крестовой разгрузкой изготавливается по ГОСТ Р 55152-2012 Оборудование горно-шахтное. Конвейеры шахтные скребковые передвижные. Общие технические требования и методы испытаний [19].

Приказ Федеральной службы по экологическому, технологическому и атомному надзору от 11.12.2020 г. № 519 "Об утверждении Федеральных норм и правил в области промышленной безопасности "Требования к производству сварочных работ на опасных производственных объектах".

–РД 03-495-02 "Технологический регламент проведения аттестации сварщиков и специалистов сварочного производства"

Настоящие документы разработаны с учетом результатом анализа и систематизации опыта работ по аттестации сварщиков специалистов сварочного производства в соответствии с правилами аттестации сварщиков и специалистов сварочного производства (ПБ 03-273-99) и Техническим регламентом проведения аттестации сварщиков и специалистов сварочного производства (РД 03-495-02) и содержат рекомендации, которые унифицируют методологию выполнения и оформления работ и разъясняют некоторые положения указанных документов с учетом специфики.

–РД 03-613–03 (Порядок применения сварочных материалов при изготовлении, монтаже, ремонте и реконструкции технических устройств для опасных производственных объектов)

Настоящие документы разработаны с учетом результатов анализа и систематизации опыта работ по аттестации сварочных материалов (СМ) в соответствии с Порядком применения сварочных материалов при изготовлении, монтаже, ремонте и реконструкции технических устройств для опасных производственных объектов (РД 03-613-03) и содержат рекомендации, которые унифицируют методологию выполнения и оформления работ и разъясняют

некоторые положения указанного документа с учетом специфики его применения для различных условий, в том числе для строительных объектов и объектов стального мостостроения.

–РД 03-614–03 (Порядок применения сварочного оборудования при изготовлении, монтаже, ремонте и реконструкции технических устройств для опасных производственных объектов)

Документ устанавливает порядок проведения аттестации сварочного оборудования, используемого при изготовлении, монтаже, ремонте и реконструкции технических устройств, применяемых на опасных производственных объектах, а также порядок оформления результатов аттестации этого оборудования и применяется в части, не противоречащей действующим законодательным и иным нормативным правовым актам.

–РД 03-615-03 "Порядок применения сварочных технологий при изготовлении, монтаже, ремонте и реконструкции технических устройств для опасных производственных объектов".

Настоящий документ составлен по результатам анализа и систематизации опыта работ по производственной аттестации технологий сварки (наплавки), используемых при изготовлении, монтаже, ремонте и реконструкции технических устройств опасных производственных объектов в соответствии с требованиями Порядка применения сварочных технологий при изготовлении, монтаже, ремонте и реконструкции технических устройств для опасных производственных объектов (РД 03-615-03), и содержит рекомендации, которые разъясняют некоторые положения указанного документа и унифицируют методологию выполнения и оформления работ.

2.2.1 Требования к подготовке кромок

Подготовка кромок под сварку. К элементам геометрической формы подготовки кромок под сварку относятся угол разделки кромок α , притупление

кромки S , длина скоса листа L при наличии разности толщин металла, смещение кромок относительно друг друга «б», зазор между стыкуемыми кромками «а» показаны на рисунке 2.1 [20].

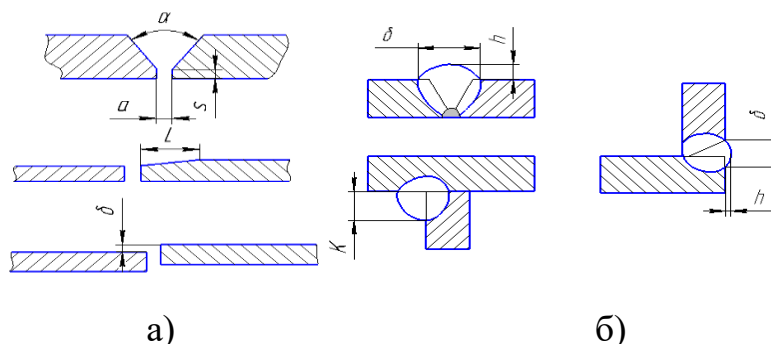


Рисунок 2.1– Элементы геометрической формы подготовки кромок под сварку (а) и шва (б): v - ширина шва, h - высота шва, K - катет шва [20].

Угол разделки кромок выполняется при толщине металла более 3 мм, поскольку ее отсутствие (разделки кромок) может привести к непровару по сечению сварного соединения, а также к перегреву и перегогу металла; при отсутствии разделки кромок для обеспечения провара электросварщик должен увеличивать величину сварочного тока.

Разделка кромок позволяет вести сварку отдельными слоями небольшого сечения, что улучшает структуру сварного соединения и уменьшает возникновение сварочных напряжений и деформаций.

Зазор, правильно установленный перед сваркой, позволяет обеспечить полный провар по сечению соединения при наложении первого (корневого) слоя шва, если подобран соответствующий режим сварки.

Длиной скоса листа регулируется плавный переход от толстой свариваемой детали к более тонкой, устраняются концентраторы напряжений в сварных конструкциях.

Притупление кромок выполняется для обеспечения устойчивого ведения процесса сварки при выполнении корневого слоя шва. Отсутствие притупления способствует образованию прожогов при сварке.

Смещение кромок создает дополнительные сварочные деформации и напряжения, тем самым ухудшая прочностные свойства сварного соединения. Смещение кромок регламентируется либо ГОСТами, либо техническими условиями. Кроме того, смещение кромок не позволяет получать монолитного сварного шва по сечению свариваемых кромок.

ГОСТ 14771-76 предусматривает для соединений формы подготовленных кромок, представленные:

- тавровых – на рисунке 2.2
- нахлесточных – на рисунке 2.3

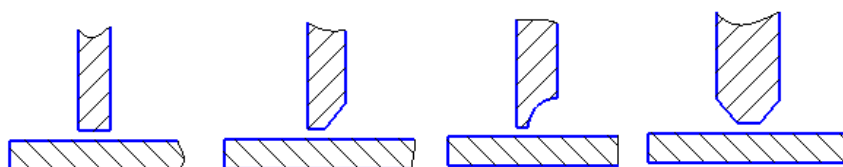


Рисунок 2.2 – Форма подготовленных кромок под сварку для тавровых соединений [20].

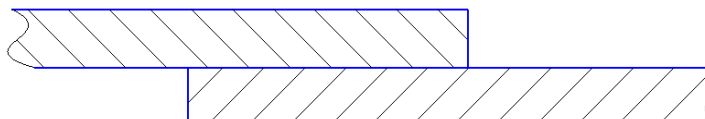


Рисунок 2.3 – Форма подготовленных кромок под сварку для нахлесточных соединений [20].

Подготовку кромок под сварку выполняют на механических станках - токарных (обработка торцов труб), фрезерных, строгальных - обработка листов и т. д., а также применением термической резки. Листы, трубы, изготовленные из углеродистых сталей, обрабатываются газокислородной резкой. В качестве горючих газов могут служить ацетилен, пропан, коксовый газ и т. д. Цветные металлы, а также нержавеющие стали обрабатываются плазменной резкой.

Перед сваркой особо ответственных конструкций торцы труб или листов после газокислородной резки обрабатывают дополнительно механическим путем; это делается для того, чтобы избежать каких-либо включений в металле.

2.2.2 Требования к сварке при прихватке

Собранные элементы (изделия) должны прихватываться в нескольких местах прихватки должны располагаться на равном расстоянии друг от друга в местах последующего наложения сварного шва.

Длина прихваток должна быть не менее 50 мм и расстояние между ними не более 500 мм, а в конструкциях из стали с пределом текучести 440 МПа длина прихваток должна быть не менее 100 мм, расстояние между прихватками не более 400 мм. Высота прихватки должна составлять 0,3 - 0,5 высоты будущего шва, но не менее 3 мм.

Катет шва прихваток под механизированную сварку должен быть

3 - 5 мм и при наложении основного шва прихватка должна быть переплавлена.

Запрещается наложение прихваток у кромок, не подлежащих сварке, в местах пересечения швов и на краях будущих швов.

Прихватки должны выполняться сварщиками, имеющими допуск на сварку подобных изделий, и по возможности теми, кто будет сваривать данное соединение, теми же сварочными материалами, которые будут применяться для сварки основных швов.

Прихватки должны быть полностью перекрыты и по возможности переварены при наложении основного шва.

Прихватки выполняются на режимах, рекомендованных для сварки таких швов. Прихватки должны быть проконтролированы. К качеству прихваток предъявляются такие же требования, как и к основному сварному шву.

Прихватки, имеющие недопустимые дефекты, следует удалять механическим способом.

В сварных соединениях, осуществляемых полуавтоматами, прихватки могут выполняться электродами, обеспечивающими заданную прочность шва, или механизированной сваркой.

Необходимость и режим предварительного подогрева при наложении прихваток определяются теми же критериями, что и при сварке основного шва.

2.2.3 Требования к сборке сварного соединения

Все поступающие на укрупнительную площадку изделия и элементы конструкции должны быть до начала сборки проверены мастером (или другим ответственным лицом) на наличие клейм, маркировки, а также сертификатов завода-изготовителя, подтверждающих соответствие материалов их назначению.

Детали под сварку должны поступать обработанными в соответствии с требованиями настоящего РД, чертежей и технологических процессов на их изготовление. При отсутствии клейм, маркировки или сертификатов изделия и элементы конструкций к дальнейшей обработке не допускаются [19].

Конструктивные элементы подготовки кромок, размеры зазоров при сборке сварных соединений, а также выводных планок и предельные отклонения размеров сечения швов должны соответствовать требованиям рабочих чертежей, а при их отсутствии - величинам, указанным в ГОСТ 14771–76 на швы сварных соединений [20].

Все местные уступы и неровности, имеющиеся на собираемых деталях и препятствующие их соединению в соответствии с требованиями чертежей, надлежит до сборки устранять зачисткой в виде плавных переходов с помощью абразивного круга или напильника.

Обработка кромок элементов под сварку и вырезка отверстий на монтажной площадке может производиться кислородной, воздушно-дуговой,

плазменно-дуговой резкой с последующей механической обработкой поверхности реза.

Поверхности кромок не должны иметь надрывов и трещин.

При обработке абразивным инструментом следы зачистки должны быть направлены вдоль кромок.

Правка металла должна производиться способами, исключающими образование вмятин, забоин и других повреждений поверхности.

Места правки (подгонки) можно подогревать нейтральным пламенем газовой горелки до температуры 450-600 °С.

Огневую резку кромок деталей при температуре окружающего воздуха ниже минус 15 °С нужно проводить с предварительным подогревом металла в зоне реза до 100 °С.

Предварительный подогрев может выполняться ручными газовыми резаками или горелками.

Непосредственно перед сборкой кромки и прилегающие к ним участки на ширину 20 мм при ручной или механизированной дуговой сварке и не менее 50 мм при автоматической сварке, а также места примыкания начальных и выводных планок должны быть тщательно зачищены от окалины, грязи, краски, масла, ржавчины, влаги, снега и льда.

Все поступающие на сборку конструкции (элементы) и детали должны иметь маркировку и сопроводительную документацию, подтверждающую их приемку отделом (службой) технического контроля. Способ маркировки указывается в ПТД.

В процессе сборки должно быть исключено попадание влаги, масла и других загрязнений в разделку соединений и на прилегающие поверхности.

Сборка элементов (деталей) в плоскостные и пространственные конструкции на сборочной площадке должна производиться на стеллажах или стендах с применением сборочных приспособлений, обеспечивающих требуемую точность сборки.

В монтажной практике для сборки конструкций применяют главным образом фиксирующие, стягивающие и распорные устройства.

Собранные элементы (изделия) должны прихватываться в нескольких местах ручной дуговой или механизированной сваркой. Прихватки должны располагаться на равном расстоянии друг от друга в местах последующего наложения сварного шва.

Не допускается переносить и кантовать тяжелые и крупногабаритные конструкции и их элементы, собранные только на прихватках, без применения приспособлений, обеспечивающих неизменяемость их формы. После кантовки или транспортировки собранного на прихватках элемента (конструкции) последний подвергается контролю на соответствие геометрических размеров требованиям чертежей.

При совмещении установки временных креплений и прихваток наложение последних следует производить после приварки креплений [21].

Приварку вспомогательных элементов (временных технологических креплений, строповочных устройств и др.) следует выполнять ручной дуговой или механизированной сваркой в углекислом газе с использованием сварочных материалов, указанных в табл. 3.2 и 3.4.

Приварка вспомогательных элементов в разделку шва не допускается, они должны привариваться на расстоянии не менее 30 мм от кромки разделки (шва).

Перед приваркой вспомогательных элементов места наложения сварных швов должны быть зачищены.

2.2.4 Требование к оформлению документации

Документация должна быть оформлена в соответствии требованиям ГОСТ 2.105-95 ЕСКД. Общие требования к текстовым документам. ГОСТ 3.1502-85 Единая система технологической документации (ЕСТД). Формы и

правила оформления документов на технический контроль. ГОСТ 3.1119-83 Единая система технологической документации (ЕСТД). Общие требования комплектности и оформлению комплектов документов на единичные технологические процессы. ГОСТ 3.1407-86 Единая система технологической документации (ЕСТД). Формы и требования к заполнению и оформлению документов на технологические процессы, специализированные по методам сборки. ГОСТ 3.1705-81 Единая система технологической документации (ЕСТД). Правила записи операции переходов [22].

2.2.5 Требования к контролю

Контроль качества сварных соединений стальных конструкций производится: [23]

- внешним осмотром с проверкой геометрических размеров и формы швов в объеме 100 %;
- неразрушающими методами (радиографированием или ультразвуковой дефектоскопией) в объеме не менее 0,5 % длины швов. Увеличение объема контроля неразрушающими методами или контроль другими методами проводится в случае, если это предусмотрено чертежами КМ или НТД (ПТД).

Контроль размеров сварного шва и определение величины выявленных дефектов следует производить измерительным инструментом, имеющим точность измерения $\pm 0,1$ мм, или специальными шаблонами для проверки геометрических размеров швов. При внешнем осмотре рекомендуется применять лупу с 5-10-кратным увеличением.

Трещины всех видов и размеров в швах сварных соединений конструкций не допускаются и должны быть устранены с последующей заваркой и контролем.

Контроль швов сварных соединений конструкций неразрушающими методами следует проводить после исправления недопустимых дефектов, обнаруженных внешним осмотром.

Выборочному контролю швов сварных соединений, качество которых согласно проекту, требуется проверять неразрушающими физическими методами, должны подлежать участки, где наружным осмотром выявлены дефекты, а также участки пересечения швов. Длина контролируемого участка не менее 100 мм.

В соединениях, доступных сварке с двух сторон, а также в соединениях на подкладках суммарная площадь дефектов (наружных, внутренних или тех и других одновременно) на оценочном участке не должна превышать 5 % площади продольного сечения сварного шва на этом участке.

В соединениях без подкладок, доступных сварке только с одной стороны, суммарная площадь всех дефектов на оценочном участке не должна превышать 10 % площади продольного сечения сварного шва на этом участке.

2.3 Методы проектирования

Проектирование – это практическая деятельность, целью которой является поиск новых решений, оформленных в виде комплекта документации. Процесс поиска представляет собой последовательность выполнения взаимообусловленных действий, процедур, которые, в свою очередь, подразумевают использование определенных методов. Методы проектирования, применяемые в дипломной работе:

Обзор литературы — это часть исследования, в которой был рассмотрен обзор существующей литературы по теме исследования технологии и функции сварочных источников питания.

Расчетным методом рассчитываются технологические режимы, элементы сборочно-сварочных приспособлений, техническое и материальное нормирование операций, вентиляция, экономическая часть.

Проектировочным методом был спроектирован участок сборки-сварки основания, сборочно-сварочное приспособление.

2.4 Постановка задач

Целью работы является разработка технологического процесса изготовления рамы основания, и проектирование сварочного участка.

При выполнении выпускной квалификационной работы требуется решить следующий ряд задач:

- разработать участок сборки и сварки рамы основания;
- произвести выбор наиболее эффективного метода сварки и сварочных материалов;
- рассчитать режимы сварки и выбрать необходимое сварочное оборудование;
- произвести техническое нормирование операций, материальное нормирование;
- определить потребный состав всех основных элементов производства;
- произвести расчёт и конструирование оснастки, планировку участка сборки и сварки.

Все вышеперечисленные разработки должны обеспечить качество, технологичность и экономичность процесса изготовления изделия при оптимальном уровне механизации и автоматизации производства.

3 Разработка технологического процесса

3.1 Анализ исходных данных

3.1.1 Основные материалы

Рама основная – это цельносварная конструкция из элементов листового проката, которая изготовлена из следующих марок сталей: 30ХГСА, 10ХСНД, 14ХГ2САФД. Выбор этих сталей обусловлен необходимостью в сочетании надежности конструкции с хорошей технологической свариваемостью и небольшой себестоимостью [24].

Сталь 30ХГСА относится к группе легированных сталей. Марка 30ХГСА от обычных конструкционных сталей отличается повышенным значением прочности и устойчивости к ударным нагрузкам. Сталь сохраняет свои механические характеристики при температуре вплоть до 400 С.

30ХГСА относится ко 2-ой группе свариваемости. Особенности проведения сварки заключаются в необходимости прогрева стали до 250 °С, что позволяет снизить вероятность образования трещин. При соблюдении данных условий сварные швы способны выдерживать нагрузку от 300 до 490 МПа в зависимости от типа нагрузки.

Химический состав и механические свойства стали 30ХГСА приведен в таблицах 3.1 и 3.2.

Таблица 3.1 – Химический состав стали 30ХГСА, % (ГОСТ 19282-73) [24]

C	Mn	Si	Cr	Ni	Cu	P	S
0,28-0,34	0,8-1,1	0,9-1,2	0,8-1,1	0,3	0,3	Не более	
						0,025	0,025

Таблица 3.2 – Механические свойства стали 30ХГСА [24]

σ_t , МПа	σ_b , МПа	δ_5 , %	KCU ₄₀ МДж/м ²
490	655	16	0,5

10ХСНД – низколегированная сталь хорошо сваривается всеми способами сварки не имеющая склонности к отпускной хрупкости. Сталь предназначена для изготовления сварных металлоконструкций и различных изделий, к которым предъявляются требования повышенной прочности и коррозионной стойкости с ограничением массы, работающих при температуре окружающей среды от минус 70 °С до плюс 450 °С [24].

Химический состав и механические свойства стали 10ХСНД приведен в таблицах 3.3 и 3.4.

Таблица 3.3 – Химический состав стали 10ХСНД, % (ГОСТ 19281-89) [24]

C	Mn	Si	Cr	Ni	Cu	P	S	N
до 0,12	0,5-0,8	0,8-1,1	0,6-0,9	0,5-0,8	0,4-0,6	0,035	0,040	0,008

Таблица 3.4 – Механические свойства стали 10ХСНД [24]

σ_t , МПа	σ_b , МПа	δ_5 , %
350	390	19

14ХГ2САФД – легированная высокопрочная износостойкая мартенситно-бейнитная сталь. Является аналогом шведских марок *HARDOX WELDOX*. Высокая сопротивляемость хрупкому разрушению. Нашла свое применение для производства платформ большегрузных автосамосвалов, конструкций крепей шахт, несущих конструкций мостов.

Химический состав и механические свойства стали 14ХГ2САФД приведены в таблицах 3.5 и 3.6.

Таблица 3.5 – Химический состав стали 14ХГ2САФД (ТУ 14-1-4632-93) в % [25]

C	Mn	Si	Cu	N	V	Al	Cr	Ni	P	S
							Не более			
0,12-0,18	1,4-1,9	0,4-0,7	0,1-0,4	0,01-0,02	0,04-0,08	0,01-0,05	0,05	0,3	0,035	0,02

Таблица 3.6 – Механические свойства стали 14ХГ2САФД [25]

σ_T , МПа	σ_B , МПа	δ_5 , %	KCU ₄₀ МДж/м ²
490-735	590-835	16	59

Основным критерием при выборе материала является свариваемость. При определении понятия свариваемости металлов необходимо исходить из физической сущности процессов сварки и отношения к ним металлов. Процесс сварки – это комплекс нескольких одновременно протекающих процессов, основными из которых являются: процесс теплового воздействия на металл в околошовных зонах, процесс плавления, металлургические процессы, кристаллизация металлов в зоне сплавления. Следовательно, под свариваемостью необходимо понимать отношение металлов к этим основным процессам. Свариваемость металлов рассматривают с технологической и физической точки зрения [27].

Тепловое воздействие на металл в околошовных участках и процесс плавления определяются способом сварки, его режимами. Отношение металла к конкретному способу сварки и режиму принято считать технологической свариваемостью. Физическая свариваемость определяется процессами, протекающими в зоне сплавления свариваемых металлов, в результате которых образуется неразъёмное сварное соединение.

Физическая свариваемость определяется свойствами соединяемых металлов, их способностью вступать между собой в требуемые физико-химические отношения. Все однородные металлы обладают физической свариваемостью.

Такие особенности сварки, как высокая температура нагрева, малый объём сварочной ванны, специфичность атмосферы над сварочной ванной, а также форма и конструкция свариваемых деталей и т.д. — в ряде случаев обуславливают нежелательные последствия:

- резкое отличие химического состава, механических свойств и структуры металла шва от химического состава, структуры и свойств основного металла;
- изменение структуры и свойств основного металла в зоне термического влияния;
- возникновение в сварных конструкциях значительных напряжений, способствующих в ряде случаев образованию трещин;
- образование в процессе сварки тугоплавких, трудно удаляемых окислов, затрудняющих протекание процесса, загрязняющих металл шва и понижающих его качество;
- образование пористости и газовых раковин в наплавленном металле, нарушающих плотность и прочность сварного соединения и другое.

При различных способах сварки наблюдается заметное окисление компонентов сплавов. В стали, например, выгорает углерод, кремний, марганец, окисляется железо. В связи с этим в определение технологической свариваемости должно входить:

- определение химического состава, структуры и свойств металла шва при том или ином способе сварки;
- оценка структуры и механических свойств околошовной зоны;
- оценка склонности сталей к образованию трещин, которая, однако, является не единственным критерием при определении технологической свариваемости;
- оценка получаемых при сварке окислов металлов и плотности сварного соединения.

Существующие методы определения технологической свариваемости

могут быть разделены на две группы: первая группа – прямые способы, когда свариваемость определяется сваркой образцов той или иной формы; вторая группа – косвенные способы, когда сварочный процесс заменяется другими процессами, характер воздействия которых на металл имитирует влияние сварочного процесса. Первая группа даёт прямой ответ на вопрос о предпочтительности того или иного способа сварки, о трудностях, возникающих при сварке тем или иным способом, о рациональном режиме сварки и т.п. Вторая группа способов, имитирующих сварочные процессы, не может дать прямого ответа на все вопросы, связанные с практическим осуществлением сварки металлов, и они должны рассматриваться только как предварительные лабораторные испытания.

Для классификации по свариваемости стали подразделяются на четыре группы:

- первая группа – хорошо сваривающиеся стали;
- вторая группа – удовлетворительно сваривающиеся стали;
- третья группа – ограниченно сваривающиеся стали;
- четвёртая группа – плохо сваривающиеся стали.

Основные признаки, характеризующие свариваемость сталей, – это склонность к образованию трещин и механические свойства сварного соединения.

Для определения стойкости металла против образования трещин определяют эквивалентное содержание углерода по формуле [27]:

$$C_{\text{экв}} = C + 2 \cdot S + (P/3) + ((Si - 0,4)/4) + (Ni/8) + ((Mn - 0,8)/8) + (Cu/10) + (Cr - 0,8/10), \quad (3.1)$$

где символ каждого элемента обозначает максимальное содержание его в металле (по техническим условиям или стандарту) в процентах.

Если углеродный эквивалент $C_{\text{экв}}$ больше 0,45 процентов, то для обеспечения стойкости околошовной зоны против образования околошовных трещин и закалочных структур следует применять предварительный подогрев, а в ряде случаев и последующую термообработку свариваемого металла.

Рассчитаем эквивалентное содержание углерода для стали 30ХГСА:

$$0,28+2\cdot0,025+(0,025/3)+((0,9-0,4)/4) +(0,3/8)+((0,8-0,8)/8) +(0,3/10)+ \\ +(0,8-0,8/10)= 0,531 \text{ \%}.$$

Рассчитаем эквивалентное содержание углерода для стали 10ХСНД:

$$C_{\text{экв}}= 0,12+2\cdot0,04+(0,035/3)+((0,8-0,4)/4) +(0,5/8)+((0,5-0,8)/8) +(0,4/10)+ \\ +(0,6-0,8/10)= 0,357\%.$$

Рассчитаем эквивалентное содержание углерода для стали 14ХГ2САФД:

$$C_{\text{экв}}= 0,12+2\cdot0,02+(0,035/3)+((0,4-0,4)/4) +(0,3/8)+((1,4-0,8)/8) +(0,1/10)+ \\ +(0,05-0,8/10)= 0,219\%.$$

Сталь 10ХСНД – низколегированная конструкционная ГОСТ 19281-73 [24]. Сталь 14ХГ2САФД – легированная высокопрочная износостойкая мартенситно-бейнитная по ТУ 14-1-4632-93. Эти стали относятся к первой группе свариваемости и обладает хорошей свариваемостью [25]. Ограничения по свариваемости могут быть лишь по минимальной температуре окружающей среды (не ниже минус 10 градусов по Цельсию). Этому способствует ускоренное охлаждение шва. Кроме того, наплавленный металл иногда легируют небольшим количеством марганца и кремния через сварочную проволоку.

Сталь 30ХГСА является конструкционной легированной ГОСТ 19282-73 [24]. Эта сталь относится ко второй группе свариваемости и обладают удовлетворительной свариваемостью. Рекомендуется подогрев и последующая термообработка.

3.1.2 Обоснование и выбор способа сварки

В ходе проведенного анализа и обзора литературы был выбран способ сварки, механизированной в среде защитных газов. Чтобы проектируемая технология наиболее соответствовала современным требованиям, была эффективной и перспективной.

Выбранный способ сварки должен удовлетворять требованиям, установленным исходными данными. Если в результате выбора предполагается

несколько способов, то окончательный выбор производится по результатам экономической эффективности.

Для сталей 30ХГСА, 10ХСНД, 14ХГ2САФД рекомендуются следующие способы сварки: механизированная и автоматическая сварка в среде защитных газов $Ar+CO_2$ электродной проволокой диаметром 0,8...2,0 мм; автоматическая дуговая сварка под флюсом электродной проволокой диаметром 1,6...5,0 мм; электрошлаковая сварка проволочными, пластинчатыми и комбинированными электродами [23]. Выбираем сварку плавящимся электродом в среде защитных газов Ar и CO_2 основанную на технологии *SpeedArc*, (Ar -80%, CO_2 -20%) так как ручная дуговая сварка менее эффективна и технологична, а сварка под флюсом применяется на прямых швах не менее метра длиной.

3.1.3 Выбор сварочных материалов

При сварке в смеси газов электродная проволока является единственным материалом, через который можно в достаточно широких пределах изменять состав и свойства металла шва. Состав металла шва выбирают близким к составу основного металла, при этом необходимые свойства металла получают за счет сварочной проволоки. Сварку ведут проволокой с повышенным содержанием элементов – раскислителей. Выбираем проволоку Св-08Г2С-О по ГОСТ 2246-70.

Проволока Св-08Г2С-О ГОСТ 2246-70 выпускается диаметром от 0,3 до 12 мм. Она поставляется в мотках, упакованных в парафинированную бумагу или полиэтилен. К каждому мотку прикреплена бирка с названием завода изготовителя, марка, диаметр, ГОСТ. На рабочее место проволока подается в кассетах, намотанных на специальных станках.

Химический состав проволоки и механические свойства металла шва приведены в таблице 3.5 и таблице 3.6 [28].

Для защиты сварочной дуги и сварочной ванны принимаем смесь двуокиси углерода с аргоном в соотношении 20% двуокиси углерода к 80% аргона.

Смесь изготавливают непосредственно на предприятии согласно требованиям, ГОСТ Р ИСО 14175–2010. Затем смесь централизованно подается через магистраль в цех к рабочим местам.

Сырьем для изготовления являются двуокись углерода и аргон.

Состав смеси (20% $CO_2 + Ar80\%$) представлен в таблице 3.7.

Таблица 3.5 – Химический состав проволоки Св-08Г2С-О [28]

Марка проволоки	Химический состав, %					
	C	Mn	Si	Cr	S	P
					не более	
Св-08Г2С	0,05-0,11	1,8-2,1	0,7-0,95	$\leq 0,2$	$\leq 0,025$	$\leq 0,03$

Таблица 3.6 – Механические свойства наплавленного металла шва [28]

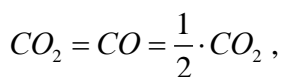
Марка проволоки	σ_B , МПа	δ , %	KCU , кДж/см ²	
			20°C	-20°C
Св-08Г2С-О	540	24	100	60

Таблица 3.7 – Состав смеси (20% $CO_2 + Ar80\%$) - М21 [29]

Содержание	Значение
Объемная доля CO_2 , %	не менее 19,96
Объемная доля CO , %	не более 0
Объемная доля аргона, %	не менее 79,9
Объемная доля кислорода, %	не более 0,0006
Объемная доля азота, %	не более 0,004
Водяных паров при 760 мм.рт.ст. и 20°C (не более), г/см	0,178

Состав металла шва при сварке в защитных газах плавящимся электродом определяется составом газа, составом электродного и основного металла, их

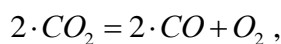
долями в металле шва и ходом металлургических реакций в сварочной ванне. Необходимо отметить, что аргон, входящий в смесь газов в составе 80%, является инертным газом. Поэтому он не участвует в химических реакциях, его роль сводится только к физической защите сварочной ванны. Температура сварочной ванны является основным параметром, который определяет направление и интенсивность физико-химических процессов в ней. При сварке в смеси CO_2+Ar тепловые характеристики дуги возрастают, что объясняется отчасти повышением доли теплоты, выделяющейся в результате химических реакций, и некоторым напряжением дуги. При высокой температуре дуги происходит реакция диссоциации CO_2 [23]:



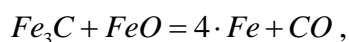
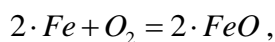
С повышением температуры увеличивается количество тепла, вводимого в изделие, что способствует снижению скорости охлаждения. С увеличением содержания кислорода в смеси, время существования ванны в жидком состоянии увеличивается, что способствует более плавному удалению неметаллических включений и дегазации металла сварочной ванны.

Аргон, растекаясь по поверхности свариваемого изделия, защищает достаточно длительно довольно широкую и протяженную зону как расплавленного, так и нагретого при сварке металла.

При сварке в смеси CO_2+Ar плавящимся электродом в зоне высоких температур происходит разложение CO_2 по реакции:



Окисление металла происходит по реакции:



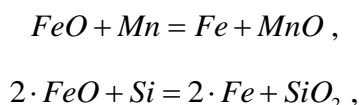
При сварке в CO_2+Ar происходит потеря легирующих элементов. Это приводит к повышенному содержанию кислорода в металле сварочной ванны. В результате возрастает вероятность образования пор из-за выделения оксида

углерода в процессе кристаллизации, и снижаются механические свойства металла шва.

Образование пор из-за выделения окиси углерода при сварке углеродистых сталей предотвращается, если металл шва содержит до 0,12-0,14% С, не ниже 0,5-0,8% Мп. При этом металл шва характеризуется малой склонностью к образованию пор, трещин и достаточно высокими механическими свойствами.

В большинстве случаев при сварке сталей беспористые швы указанного выше состава получают при применении кремне – марганцовистых электродных проволок Св-08Г2С-О, обеспечивающих малую загрязненность металла шва оксидными включениями.

Содержащиеся в проволоке кремний и марганец, обладая большим сродством к кислороду, чем железо, связывают кислород, растворенный в металле:



В виде шлака всплывают на поверхность сварочной ванны, легкоплавкие соединения, которые образуют окислы кремния и марганца. При сварке в углекислом газе количество шлака на поверхности шва составляет примерно от 1 до 1,5 % массы наплавленного металла [23].

Содержание кремния и марганца в наплавленном металле шва, выполняемого в смеси газов ($CO_2 + Ar$) проволокой Св-08Г2С-О остается на необходимом уровне.

Значительному снижению разбрызгивания электродного металла способствует добавление в смесь аргона – до 80 %. Это приводит к переходу от крупнокапельного переноса металла в дуге к струйному, что способствует улучшению сплавления, уменьшает подрезы, увеличивает производительность сварки и позволяет получать более плотные беспористые швы.

С увеличением выгорания кремния происходит образование горячих трещин, с уменьшением содержания кремния увеличивается количество

расплавленного металла и уменьшается количество защитного газа на единицу массы переплавленного металла.

В зависимости от марки стали и требований, предъявляемых к сварным соединениям, выбирается технология сварки. Технология сварки должна обеспечивать получение достаточной работоспособностью при минимальной трудоемкости.

Конструктивные элементы подготовки кромок, типы сварных швов и их размеры при сварке в CO_2+Ar должны соответствовать ГОСТ 14771-76. Основной металл в местах сварки должен быть очищен от ржавчины, масла, влаги и других загрязнений до сборки.

3.2 Выбор технологических режимов

Компания *LORCH* разработала и внедрила новые возможности в регулировке сварочной дуги, а именно ее длины и динамики в импульсных сварочных полуавтоматах *Lorch S* и *Lorch S SpeedPulse* – функция *XT* (данные аппараты используют технологию *Speed Arc*). Данный процесс был создан и запатентован исключительно *LORCH*, что ставит данного производителя на ступень выше среди конкурентов и аналогов. Благодаря внедрению новой технологии *XT*, сварочный процесс становится еще более стабильным, а сварка совершеннее.

С приходом синергетического управления, процесс сварки стал проще. Например, в сварочных полуавтоматах *LORCH* для настройки сварщику необходимо только выбрать металл, диаметр проволоки и используемый защитный газ. Далее выбирается толщина свариваемого металла, а все остальные параметры, в том числе напряжение и скорость подачи проволоки, выставляется аппаратом самостоятельно. В процессе сварки вручную сварщик лишь корректирует скорость сварки [30].

3.3 Выбор основного оборудования

Выбираем источники сварочного тока и сварочный аппарат для механизированной сварки с технологией *Speed Arc*. Согласно требуемым условиям выбираем сварочный полуавтомат *LORCH MicorMIG 500* [31], его характеристики приведены в таблице 3.10.

Таблица 3.10 – Технические характеристики сварочного полуавтомата *LORCH MicorMIG 500* [31]

Параметр	Значение
Сварка <i>MIG/MAG</i> , А	30-500
Регулировка напряжения	плавная
Сварочный газ	Смешанный газ + CO_2
Сварочная проволока	
Сталь, мм	0,6-1,6
Алюминий , мм	1,0-2,4
<i>CuSi</i> , мм	0,8-1,2
Продолжительность включения (ПВ) по стандарту <i>DIN EN 60974-1</i> при 40 °С	
Ток при 100 % ПВ, А	370
Ток при 60 % ПВ, А	430
ПВ при макс. токе, %	45
Сетевое напряжение, В	3~400
Сетевой предохранитель инерционный, А	32
Продолжение таблицы 3.10	
Допустимый перепад сети, %	+/- 15
Размер источника (Д x Ш x В), мм	880 x 490 x 855
Масса источника, кг	73
Масса подающего, кг	10,6

Сварочные полуавтоматы *LORCH MicorMIG* работают по совершенно новой инверторной технологии *Micor*. В сварочном процессе применяется резонанс, благодаря чему сам процесс сварки протекает более ровно, перенос капель металла идет быстрее, практически струйно. За счет этого, увеличивается скорость сварки, улучшается качество сварочного шва – дальнейшая зачистка попросту не требуется. Сварочные полуавтоматы *Micor MIG* не подвержены влиянию колебаний напряжения в сети и сохраняют в себе большой запас мощности.

Технология *Micor* – это принципиально новая система работы инверторных полуавтоматов. Данная технология запатентована немецким производителем *LORCH*. Сварочные полуавтоматы, работающие с использованием резонанса, имеют ряд технологических преимуществ:

- почти «идеальная» внешняя вольтамперная характеристика источника питания, более эластичная и мягкая дуга благодаря резонансной структуре управления;
- уверенное зажигание и комфортная сварка для всех типов электродов;
- значительно более высокий КПД (более низкое потребление электроэнергии);
- возможность более точного управления переносом капли за счет мгновенной (1,5 МГц) реакции схемы управления на внешние возмущения (дуги), а как следствие – значительное уменьшение разбрызгивания, стабильное горение сварочной дуги во всех пространственных положениях.

Сварочные полуавтоматы резонансного типа *LORCH MicorMIG* оснащаются синергетическим управлением. Это позволяет даже сварщику с малым опытом работы добиваться идеальных сварочных соединений. Простые и гениально легкие настройки управления позволяют приступить к сварке всего в 3 шага. В зависимости от поставленной сварочной задачи одним лишь нажатием кнопки можно менять настройки, а также регулировать динамику дуги в зависимости от предпочтений сварщика. Все остальное осуществляет

интеллектуальная техника регулировки сварочной дуги *MicorMIG*. Все важные параметры регулируются автоматически в фоновом режиме обеспечивая достижение безупречного сварного шва.

Сварочный полуавтомат *MicorMIG* оснащен полностью обновляемым программным обеспечением. По мере необходимости можно просто загружать дополнительные функции и сварочные технологии, постоянно оставаясь на переднем плане инноваций.

Заварка концевого кратера – идеальное завершение сварочного шва.

Сварочные полуавтоматы *LORCH MicorMIG* позволяют получать идеальное окончание сварочного шва – производить качественную заварку концевого кратера. В отличие от сварочных полуавтоматов со ступенчатой регулировкой, образующих на конце сварочного шва неэстетичный кратер, который часто является слабым местом сварного шва и отправной точкой для образования трещин, полуавтоматы *MicorMIG* оснащены специальной функцией для идеального завершения шва. Непосредственно на пульте управления можно включить функцию повышения качества "заваривание концевого кратера". Сварочный ток не отключается резко, а целенаправленно снижается. Ванна расплава получает возможность медленного охлаждения, а концевой кратер заполняется металлом в условиях более низкого притока энергии. В результате – безупречное окончание сварочного шва.

Преимущество сварочных полуавтоматов резонансного типа *LORCH* серии *MicorMIG*:

- сварочный инвертор с плавной регулировкой для сварки *MIG/MAG*;
- инновационная и запатентованная технология *Micor* обеспечивает максимальную эффективность работы сварочного полуавтомата;
- сварочный полуавтомат оптимально подходит для газовой смеси и CO_2 ;
- отличные результаты сварки: сталей, нержавеющей стали, алюминия;
- функция ручной сварки электродом *MMA*;

- возможность программного обновления с добавлением новых функций и сварочных технологий, например, *SpeedArc* (увеличением скорости работы на 30 %).
- сварочный полуавтомат предлагается в виде компактного аппарата или с выносным; блоком подачи проволоки
- поставка на выбор с газовым или водяным охлаждением;
- промышленная высокоточная роликовая подача проволоки 4/2, в качестве опции – высокоточная роликовая подача проволоки 4/4;
- концепция управления по принципу "три шага до сварки";
- три концепции управления сварочным полуавтоматом на выбор: *Basic*, *BasicPlus*, *ControlPro* (синергетическая система управления начиная с *BasicPlus*)
- функция заварки концевых кратера и многоступенчатой регулировкой динамики;
- цифровая индикация сварочного тока и напряжения;
- возможна идентификация пользователя с помощью *NFC*;
- возможность дистанционного управления на сварочной горелке;
- опциональное оснащение для горелок *Push-Pull* и *LORCH NanoFeeder* (для радиуса действия до 50 м);
- в прочном несущем корпусе. Начиная с *MicorMIG 350* стандартно в промышленном корпусе и с расширенным шасси;
- изготовлен и испытан согласно *DIN EN 60974-1*, со знаками *CE* и *S*, а также *IP 23*.

3.4 Выбор оснастки

Сборочно-сварочной оснасткой называют совокупность приспособлений и специального инструмента для выполнения слесарных, сборочных, монтажных

и других видов работ. Поэтому термин «оснастка» чаще применяется в судостроении, монтаже, строительстве. Применение сварочных приспособлений позволяет уменьшить трудоемкость работ; повысить производительность труда; сократить длительность производственного цикла; улучшить условия труда; повысить качество продукции; расширить технологические возможности сварочного оборудования; способствует повышению комплексной механизации и автоматизации производства и монтажа сварных изделий.

К конструкциям сварочных приспособлений предъявляется целый ряд требований:

- удобство в эксплуатации (предполагает доступность к местам установки деталей, зажимным устройствам и устройствам управления, местам наложения прихваток и сварных швов, удобные позы рабочего, минимум его наклонов и хождений и другие требования научной организации труда);
- обеспечение заданной последовательности сборки и наложения швов в соответствии с разработанным технологическим процессом;
- обеспечение заданного качества сварного изделия (приспособление должно быть достаточно прочным и жестким, а закрепляемые детали оставаться в требуемом положении без деформирования их при сварке);
- возможность использования сварочных приспособлений типовых, унифицированных, нормализованных и стандартных деталей, узлов и механизмов (это способствует снижению их себестоимости приспособлений, сроков их проектирования и изготовления, повышению ремонтоспособности и т.п.).
- обеспечение сборки всей конструкции с одной установки, наименьшего числа поворотов при сборке и прихватке (сварке), свободного съема собранного и сваренного (прихваченного) изделия или монтажного приспособления;
- обеспечение быстрого отвода тепла от места сварки для уменьшения коробления, заданного угла поворота изделия, свободной установки и съема изделия, свободного доступа для осмотра, наладки и контроля;

- технологичность деталей и узлов приспособления, а также приспособления в целом;
- использование механизмов для загрузки, подачи и установки деталей, снятия, выталкивания и выгрузки собранного изделия, применения других средств комплексной механизации [32].

Сборочные операции при изготовлении сварных конструкций имеют цель – обеспечение правильного взаимного расположения деталей собираемого изделия. Наиболее рационально в данной работе использовать винтовые стяжки для сборки продольных стыков обечаек. Для предотвращения дефектов формы собираемого изделия дополнительно устанавливаем распорки.

В данной работе для перемещения деталей и узлов по сборочно-сварочному участку используем подвесной кран-балку грузоподъемностью до 5 тонн, в связи с тем, что проектируемое изделие имеет большую массу, а также мостовой кран грузоподъемностью до 10 тонн.

Разрабатываемом технологическом процессе применяется сборочно-сварочное приспособление ФЮРА.000001.062.00.000 СБ и струбцины. Спецификация сборочно-сварочного приспособления приведена в приложении Б.

3.5 Составление схемы общей сборки. Определение рациональной схемы разделения конструкции на сборочные единицы

На рисунке 3.1 показана технологическая схема сборки рамы основной.

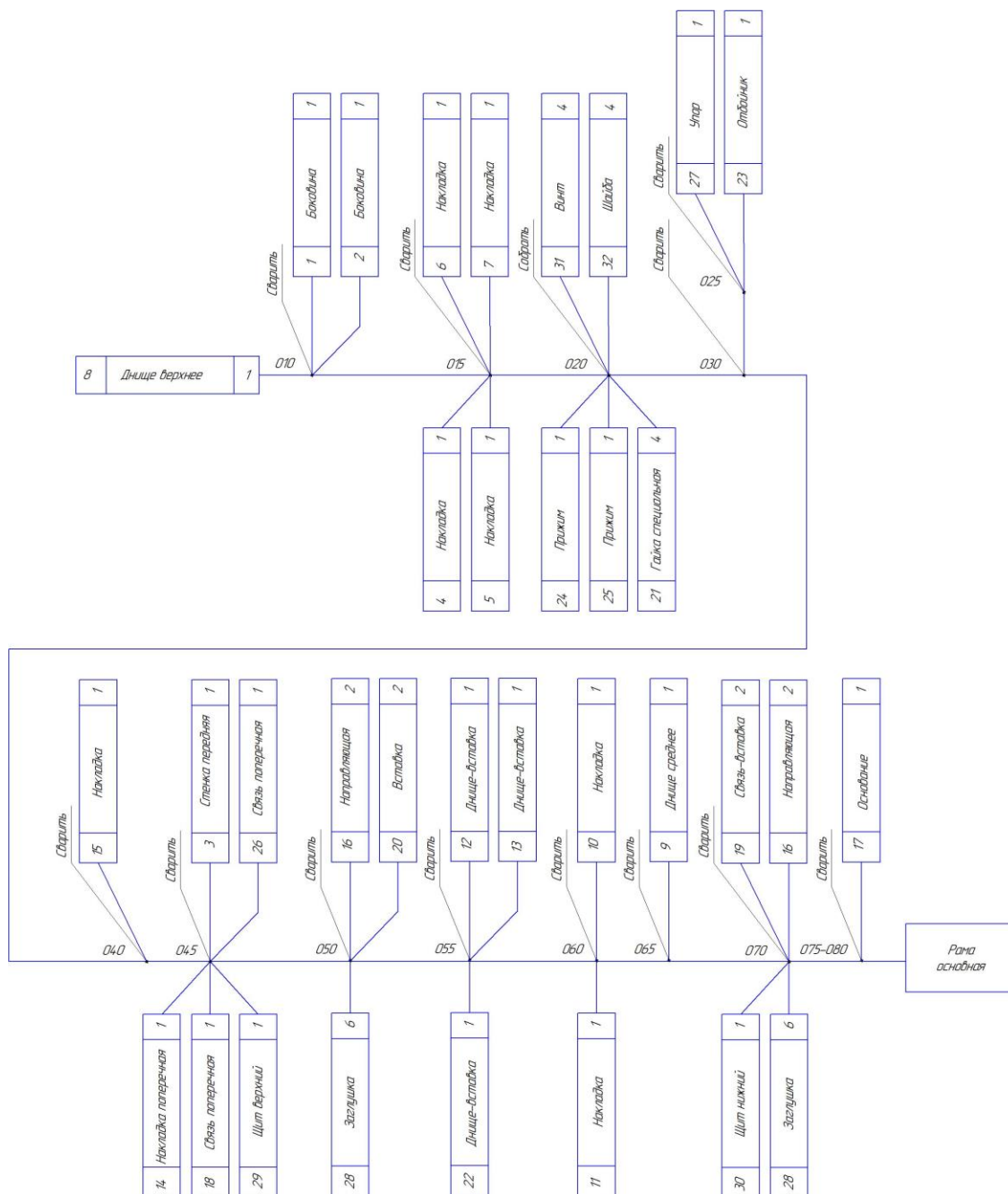


Рисунок 3.1 – Технологическая схема сборки рамы основной (см. лист плаката ФЮРА.000006.062)

На листе плакате ФЮРА.000006.062 ЛП представлена технологическая схема сборки рамы основной.

3.6. Выбор методов контроля. Регламент проведения. Оборудование

Важнейшей задачей в области сварки является обеспечение высокого качества сварки. Качество сварных соединений определяет эксплуатационную надежность экономичность и технологичность сварного изделия согласно техническим требованиям.

Контролю качества подвергаются работы, как на отдельных операциях, так и сборочная единица в целом. При сборке изделия контролю подлежит: форма и размеры сварных соединений (зазоры), чистота поверхностей, образующих сварное соединение, основные размеры, определяющие работоспособность конструкции.

На участке сборки и сварки рамы ФЮРА.КСКр.391.34.001.120СБ используются следующие методы контроля качества:

- 100 % визуальный и измерительный контроль (ВИК);
- 100 % ультразвуковой контроль (УЗК) согласно указаниям, в конструкторской документации.

ВИК осуществляется по РД 03-606-03, а также согласно техническим требованиям сварные швы проверяют методом ультразвуковой дефектоскопии осуществляемый по ГОСТ Р ИСО 17640-2016 .

Для проведения визуального и измерительного контроля по РД 03-606-03, выбираем комплект ВИК “Газпром” [33]. Ультразвуковой контроль по ГОСТ Р ИСО 17640-2016. Для проведения ультразвукового контроля выбираем «Ультразвуковой дефектоскоп-томограф *A1550 Intro Visor*» [34].

3.6.1. Визуальный и измерительный контроль

Визуальный и измерительный контроль (ВИК) относится к числу наиболее дешевых, быстрых и в тоже время информативных методов неразрушающего контроля. Данный метод является базовыми и предшествует всем остальным методам дефектоскопии. Внешним осмотром (ВИК) проверяют качество подготовки и сборки заготовок под сварку, качество выполнения швов в процессе сварки, а также качество основного металла. Цель визуального контроля – выявление вмятин, заусенцев, ржавчины, прожогов, наплывов, и прочих видимых дефектов.

Визуальный и измерительный контроль может проводиться с применением простейших измерительных средств, в том числе невооруженным глазом или с помощью визуально-оптических приборов до 20ти кратного увеличения, таких как лупы, эндоскопы и зеркала. Несмотря на техническую простоту, основательный подход к проведению визуального и измерительного контроля, предусматривает разработку технологической карты - документа, в котором излагаются наиболее рациональные способы и последовательность выполнения работ [35].

3.6.2. Требования к выполнению визуального и измерительного контроля

Визуальный и измерительный контроль рекомендуется выполнять на стационарных участках, которые должны быть оборудованы рабочими столами, стендами, ролик опорами и другими средствами, обеспечивающими удобство выполнения работ

Участки контроля, особенно стационарные, рекомендуется располагать в наиболее освещенных местах цеха, имеющих естественное освещение. Для создания оптимального контраста дефекта с фоном в зоне контроля необходимо

применять дополнительный переносной источник света, то есть использовать комбинированное освещение. Освещенность контролируемых поверхностей должна быть достаточной для надежного выявления дефектов, но не менее 500 Лк.

Для выполнения контроля должен быть обеспечен достаточный обзор для глаз специалиста. Подлежащая контролю поверхность должна рассматриваться под углом более 30° к плоскости объекта контроля и с расстояния до 600 мм [36].

3.6.3. Порядок выполнения визуального и измерительного контроля сварных соединений.

Визуальный и измерительный контроль сварных соединений выполняется при производстве сварочных работ и на стадии приемосдаточного контроля готовых сварных соединений. В случае если контролируется многослойное сварное соединение, визуальный контроль и регистрация его результатов могут проводиться после выполнения каждого слоя (послойный визуальный контроль в процессе сварки). Послойный визуальный контроль в процессе сварки выполняется в случае невозможности проведения ультразвукового или радиационного контроля, а также по требованию Заказчика или в соответствии с ПТД.

В выполненном сварном соединении визуально следует контролировать: отсутствие (наличие) поверхностных дефектов и геометрических параметров сварного шва.

3.6.4. Ультразвуковой контроль

Ультразвуковой метод контроля (УЗК) позволяет выявить скрытые дефекты сварных швов: пустоты, трещины, непровары, разнородный химический состав, механические повреждения и т.д.

Ультразвуковой контроль основан на способности ультразвуковых волн проникать в металл на большую глубину и отражаться от находящихся в нем дефектных участков. В процессе контроля пучок ультразвуковых колебаний от вибрирующей пластинки щупа (пьезокристалла) вводится в контролируемый шов. При встрече с дефектным участком ультразвуковая волна отражается от него и улавливается другой пластинкой щупом, которая преобразует ультразвуковые колебания в электрический сигнал [37].

3.6.5. Подготовка поверхности к контролю

Ширина зоны сканирования должна быть достаточной для проведения указанного объема контроля. В качестве альтернативы ширина поверхности сканирования может быть уменьшена, если проведение контроля указанного объема может быть достигнут при сканировании с обеих поверхностей сварного соединения (верхней и нижней).

Поверхность сканирования должна быть ровной и не иметь загрязнений, которые могут негативно повлиять на акустический контакт (например, ржавчина, рыхлая окалина, брызги металла, зарубки, бороздки). Зазор между поверхностью и преобразователем в результате волнистости изделия не должен быть более 0,5 мм. При необходимости, следует профилировать преобразователь по кривизне поверхности. Допускаются локальные нарушения формы поверхности, например, вдоль кромки шва, которые приводят к увеличению зазора до 1 мм, при условии использования при контроле с данной стороны

сварного соединения как минимум одного дополнительного угла ввода. Это дополнительное сканирование необходимо, чтобы компенсировать уменьшение проконтролированного объема из-за зазора такого размера.

3.7 Разработка технической документации

Основное требование к технологии любой совокупности операций, выполняемых на отдельном рабочем месте, заключается в рациональной их последовательности с использованием необходимых приспособлений и оснастки.

При этом должны быть достигнуты соответствующие требования чертежа, точность сборки, возможная наименьшая продолжительность сборки и сварки соединяемых деталей, максимальное облегчение условий труда, обеспечение безопасности работ. Выполнение этих требований достигается применением соответствующих рациональных сборочных приспособлений, подъёмно-транспортных устройств, механизации сборочных процессов [38].

Разработка технологических процессов включает:

1. расчленение изделия на сборочные единицы;
2. установление рациональной последовательности сборочно-сварочных, слесарных, контрольных и транспортных операций;
3. выбор типов оборудования и способов сварки.

В результате должны быть достигнуты [38]:

- возможная наименьшая трудоёмкость;
- минимальная продолжительность производственного цикла;
- минимальное общее требуемое число рабочих;
- наилучшее использование производственного транспорта вспомогательного оборудования;
- возможный наименьший расход производственной энергии.

Для удобного расположения всех записей и расчётных данных технологический процесс выполняют на особых бланках, называемых ведомостями технологического процесса, технологическими и инструкционными картами.

Эти бланки после их заполнения составляют документацию разработки технологического процесса, которые должны содержать [38]:

- наименование и условное обозначение изделия;
- название и условное обозначение (номер) сборочной единицы;
- число данных сборочных единиц в изделии;
- перечень данных сборочных единиц в изделии;
- название цеха;
- указание, откуда должны поступить детали на сборку и сварку и куда должна быть отправлена готовая сборочная единица;
- последовательный перечень всех операций;
- сведения по каждому переходу (приспособления, сварочное оборудование, рабочий и мерительный инструмент);
- данные о принятых способах и режимах сварки
- сведения о числе рабочих, их специальности и квалификации;
- нормы трудоёмкости, расходы основных и вспомогательных материалов.

Изготовление рамы основной начинается на сборочно-сварочном приспособлении, на котором собираются и свариваются боковины поз. 1 и поз. 2, днище верхнее поз. 8 (операция 010). Затем устанавливаются и привариваются накладки поз. 4, поз. 5, поз. 6 и поз. 7 (операция 015). Далее устанавливаются прижимы поз 24 и поз. 25 и закрепляются винтами поз. 31 (4 шт.), шайбами 32 (4 шт.), гайками специальными 21 (4 шт.) (операция 020). Отдельно на плите сварочной собираются и свариваются упор поз. 27 и отбойник поз. 23 (операция 025). Затем полученная сборочная единица устанавливается на сб. ед. №3, производится сварка (операция 030). После этого на полученную сборочную

единицу устанавливают две трубки и перемещают на плиту сварочную (операция 035). Затем на сб. ед. устанавливают и приваривают накладку поз. 15 (операция 040). Далее устанавливают и приваривают стенка передняя поз. 3, связь поперечная поз. 26, накладку поз. 14, связь поперечная поз. 18 и щит верхний поз. 29 (операция 045). После устанавливают и приваривают направляющая поз. 16 (2 шт.), вставка поз. 20 (2 шт.) и заглушка поз. 28 (6 шт.) (операция 050). Потом устанавливают и приваривают днище-вставки поз. 12 и поз. 13 и поз. 22 (операция 055). Затем устанавливают и приваривают накладки поз. 10 и поз. 11 (операция 060). Потом снимают трубки (2 шт.), устанавливают и приваривают днище среднее поз. 9 (операция 065). Далее устанавливают и приваривают связь-вставку поз. 19 (2 шт.), направляющую поз. 16 (2 шт.), щит нижний поз. 30 и заглушки поз. 28 (6 шт.) (операция 070). После это устанавливают и приваривают основание поз. 17 (операция 075). Затем изделие кантуют на 1800 и проваривают ранее недоступные швы (080). Там же производится слесарная обработка и контроль (операции 085-090).

Технологический процесс производства рамы основной приведен в приложении В.

3.8 Техническое нормирование операций

Цель технического нормирования — установление для конкретных организационно-технических условий затрат времени необходимого для выполнения заданной работы.

Техническое нормирование имеет большое значение, так как является основой всех расчетов при организации и планировании производства.

Норма штучного времени для всех видов дуговой сварки [39]:

$$T_{ш} = T_{н.ш-к} \cdot L + t_{в.и}. \quad (3.2)$$

где, $T_{н.ш-к}$ — неполное штучно-калькуляционное время;

L — длина сварного шва по чертежу;

$t_{в.и}$ – вспомогательное время, зависящее от изделия и типа оборудования.

Неполное штучно-калькуляционное время на 1 метр шва:

$$T_{н.ш-к} = (T_o + t_{в.ш}) \cdot \left(1 + \frac{a_{обс.} + a_{отл.} + a_{п-з}}{100}\right), \quad (3.3)$$

где, T_o – основное время сварки;

$T_{вш}$ – вспомогательное время, зависящее от длины сварного шва;

$a_{обс.}$, $a_{отл.}$, $a_{п-з}$ – соответственно время на обслуживание рабочего места, отдых и личные надобности, подготовительно - заключительную работу, % к оперативному времени.

Для механизированной сварки в смеси газов плавящимся электродом сумма коэффициентов составляет 27%, [37].

$$T_o = \frac{F_1 \cdot \gamma \cdot 60}{I_1 \cdot \alpha} + \frac{F_n \cdot \gamma \cdot 60}{I_n \cdot \alpha} \cdot n. \quad (3.4)$$

Время сварки для шва №12:

$$T_o = \frac{20 \cdot 7,85 \cdot 60}{280 \cdot 15} + \frac{84,33 \cdot 7,85 \cdot 60}{400 \cdot 15} \cdot 6 = 41,96 \text{ мин.}$$

Определим время на операцию 010

1. Масса детали поз. 1 $m_1 = 1288$ кг; установка детали кран-балкой на приспособление $t_1 = 4$ мин; масса детали поз. 2 $m_2 = 1288$ кг; установка детали кран-балкой на приспособление $t_2 = 4$ мин; масса детали поз. 8 $m_3 = 549,5$ кг; установка детали кран-балкой на приспособление $t_3 = 2,3$ мин; клеймение $t_4 = 2,1$ мин.

1. Найдем время на прихватку:

$$1) \quad 0,15 \cdot 34 = 5,1 \text{ мин.},$$

$$t_{в.и} = 4 + 4 + 2,3 + 5,1 + 2,1 = 17,5 \text{ мин.}$$

$$2) \quad T_{н.ш-к} = (41,96 + 0,75) \cdot \left(1 + \frac{27}{100}\right) = 54,24 \text{ мин.},$$

$$T_{ш} = 54,24 \cdot 3,13 \cdot 2 + 14,2 = 187,29 \text{ мин.}$$

Аналогично рассчитаем другие операции. Данные расчетов сводим в таблицу 3.11.

Таблица 3.11 – Нормы штучного времени технологических процессов изготовления рамы основания

№ опер.	Наименование операции	Тшт, мин.
1	2	3
005	Комплектовочная	-
010	Сборочно-сварочная	187,29
015	Сборочно-сварочная	133,51
020	Сборка	5,4
025	Сборочно-сварочная	24,83
030	Сборочно-сварочная	78,69
035	Сборочно-сварочная	8,8
040	Сборочно-сварочная	20,8
045	Сборочно-сварочная	77,08
050	Сборочно-сварочная	54,71
055	Сборочно-сварочная	239,94
060	Сборочно-сварочная	1366,23
065	Сборочно-сварочная	296,52
070	Сборочно-сварочная	125,97
075	Сборочно-сварочная	370,84
080	Сварочная	174,84
085	Слесарная	138,7
090	Контроль	21,5
Итого:		2326,66

3.9 Материальное нормирование

3.9.1 Расход металла

Количество металла, идущего на изготовление изделия определяем по формуле:

$$m_M = m \cdot k_o, \quad (3.5)$$

где m – вес одного изделия, кг;

k_o – коэффициент отходов, $k_o = 1,3$ [40];

$$m_M = 8500 \cdot 1,3 = 11050 \text{ кг},$$

3.9.2 Расход сварочной проволоки

Расчет расхода сварочной проволоки для сварки в защитном газе [27]:

$$M_{ЭП} = K_{р.п.} \cdot (1 + \psi_p) \cdot M_{НО}, \quad (3.6)$$

где $K_{р.п.}$ – коэффициент расхода проволоки, учитывающий потери её при наладке сварочного аппарата, $K_{р.п.} = 1,02 \dots 1,03$; принимаем $K_{р.п.} = 1,03$;

ψ_p – коэффициент потерь на разбрызгивание, зависящий от способа сварки, $\psi_p = 0,01 \dots 0,15$, принимаем $\psi_p = 0,1$;

$M_{НО}$ – масса наплавленного металла;

$$M_{ЭП} = 1,03 \cdot (1 + 0,1) \cdot 149,129 = 168,963 \text{ кг}.$$

3.9.3 Расход защитного газа

Расчет защитного газа произведем по формуле [27]:

$$Q_{з.г.} = q_{з.г.} \cdot t_c, \quad (3.7)$$

где, $q_{з.г.}$ – расход защитного газа.

$$Q_{з.г.} = 17 \cdot 2035,6 = 34605 \text{ л}.$$

3.9.4 Расход электроэнергии

Расход технологической электроэнергии производим по формуле [27]:

$$W_{\text{ТЭ}} = \sum \left(\frac{U_c \cdot I_c \cdot t_c}{\eta_u} \right) + P_x \cdot \left(\frac{t_c}{K_u} - t_c \right), \quad (3.8)$$

где U_c, I_c – электрические параметры режима сварки;

t_c – основное время сварки шва;

η_u – КПД источника сварочного тока;

P_x – мощность холостого хода источника;

Затраты на технологическую электроэнергию определим по формуле:

$$З_{\text{ТЭ}} = W_{\text{ТЭ}} \cdot Ц_{\text{Э.Э.}}, \quad (3.9)$$

где $W_{\text{ТЭ}}$ – расход технологической электроэнергии; Вт·ч;

$Ц_{\text{Э.Э.}}$ – цена 1 кВт·ч электроэнергии, $Ц_{\text{Э.Э.}} = 5,63$ руб/кВт·ч;

$$W_{\text{ТЭ}} = \frac{28 \cdot 280 \cdot 3,393}{0,82} + \frac{32 \cdot 400 \cdot 30,534}{0,82} + 0,4 \cdot \left(\frac{33,927}{0,7} - 33,927 \right) = 509070 \text{ Вт} \cdot \text{ч},$$

4 Конструктор ский раздел

4.1 Проектирование сборочно-сварочных приспособлений

Одним из самых главных и наиболее эффективных направлений в развитии технического прогресса является комплексная механизация и автоматизация производственных процессов, в частности процессов сварочного производства.

Специфическая особенность этого производства – резкая диспропорция между объемами основных и вспомогательных операций. Собственно, сварочные операции по своей трудоемкости составляют всего 25-30% общего объема сборочно-сварочных работ, остальные 70-75% приходятся на сборочных, транспортных и различных вспомогательных работ, механизация и

автоматизация которых осуществляется с помощью так называемого механического сварочного оборудования. Следовательно, если оценивать роль механического оборудования в общем комплексе механизации или автоматизации сварочного производства, то их можно охарактеризовать цифрой 70-75% всего комплекса цехового оборудования [41].

Приспособление сборочно-сварочное.

При изготовлении рамы основной применяется приспособление сборочно-сварочное ФЮРА.000001.062.00.000 СБ, на котором для крепления деталей используются подвижные упоры, пневмоприжимы и подставки. Подвижные упоры, благодаря рычажному креплению и противовесам, легко убираются и не мешают снятию и установке сб. ед. Так же на приспособлении имеются штыри, предназначенные для точной установки деталей.

4.2 Расчет элементов сборочно-сварочных приспособлений

В приспособлении ФЮРА.000001.062.00.000 СБ используется пневмоприжим для фиксации свариваемых деталей сборочной единицы. Рассчитаем пневматический цилиндр.

Основными размерами пневматических цилиндров являются внутренний диаметр цилиндра D и ход штока [42].

Рассчитаем (предлагаемый) пневмоцилиндр 80×100 СТП406-3428-75.

Из обозначения следует, что пневмоцилиндр с внутренним диаметром $D = 80$ мм и длиной хода $L = 200$ мм.

Площадь штока пневмоцилиндра [42]:

$$S_{\text{ш}} = \frac{\pi(D^2 - d^2)}{4}, \quad (4.1)$$

где d – диаметр штока, мм, $d = 25$ мм;

$$S_{\text{ш}} = \frac{3,14(80^2 - 25^2)}{4} = 4533 \text{ мм}^2.$$

Площадь пневмоцилиндра [42]:

$$S_{\text{пц}} = \frac{\pi \cdot D^2}{4}, \quad (4.2)$$

$$S_{\text{пц}} = \frac{3,14 \cdot 80^2}{4} = 5024 \text{ мм}^2,$$

$$S = S_{\text{пц}} + S_{\text{ш}} = 5024 - 4533 = 491 \text{ мм}^2.$$

Давление в пневмоцилиндре [42]:

$$P = \frac{F}{S}, \quad (4.3)$$

где F – усилие на штоке пневмоцилиндра, кгс,

для предлагаемого $F = 278$ кгс [42];

$$P = \frac{278}{491} = 0,57 \frac{\text{кгс}}{\text{мм}^2} = 5,59 \text{ МПа}.$$

Скорость перемещения поршня цилиндра [42]:

$$v = \frac{L}{t}, \quad (4.4)$$

где L – длина хода, мм;

t – время срабатывания цилиндра, с, $t = 5$ с [42];

$$v = \frac{100}{5} = 20 \text{ мм/с}.$$

Расход сжатого воздуха [42]:

$$Q = S \cdot v, \quad (4.5)$$

$$Q = 491 \cdot 20 = 9820 \text{ мм}^3/\text{с}.$$

4.3 Порядок работы приспособлений

Приспособление служит для фиксации боковин поз. 1 и поз. 2, днища верхнего поз. 8. Боковины поз. 1 и поз. 2 выставляются по штырям приспособления поз. 6, затем по подпоркам приспособления поз. 7 устанавливается лист верхний поз. 8. Подпорки обеспечивают р-ры $471,5 \pm 1$ и

771± мм. Боковины поз. 1 и поз. 2 прижимаются упорами поз. 12 и пневмоприжимами поз 1 и по. 2.

5 Проектирование участка сборки-сварки

5.1 Состав сборочно-сварочного цеха

Размещение цеха – всех его производственных отделений и участков, а также вспомогательных, административно-конторских и бытовых помещений должно по возможности полностью удовлетворять всем специфическим требованиям процессов, подлежащих выполнению в каждом из этих отделений.

Эти требования обуславливаются главным образом индивидуальными особенностями заданных сварных конструкций и соответствующих рационально выбранных способов их изготовления; характерными особенностями типа производства и организационных форм его существования; степенью производственной связи основных отделений и участков с другими производственными и вспомогательными отделениями цеха [43].

Для проектируемого участка сборки и сварки рамы основной принимаем схему компоновки производственного процесса с продольным направлением производственного потока. Направление производственного потока на таком участке совпадает с направлением, заданным на плане цеха. Продольное перемещение обрабатываемого металла и изготавливаемых деталей, сборочных единиц и изделий выполняется кран-балкой, а поперечное (на складах) – автокарами либо краном мостовым.

5.2 Расчет основных элементов производства

К основным элементам производства относятся рабочие, ИТР, контролеры, оборудование, материалы и энергетические затраты [39].

5.2.1 Определение количества необходимого числа оборудования

$$n_p = \frac{T_r}{\Phi_d}, \quad (5.1)$$

где, T_r – время необходимое для выполнения годовой программы продукции, ч.;

Φ_d – действительный фонд рабочего времени, ч.;

$$T_r = N \cdot T, \quad (5.2)$$

где, N – годовая программа выпуска продукции, $N = 500$ шт.;

T – длительность одной операции, мин.

– для операций 010-020, 030-035:

$$T_r = 500 \cdot \frac{17,5 + 133,51 + 5,4 + 78,69 + 8,8}{60} = 3447 \text{ ч.},$$

Φ_n – номинальный фонд рабочего времени в две смены равен 3952 часа, найдем действительный отняв от номинального процент потерь времени:

$$\Phi_d = \Phi_n - 5\% = 3952 - 5\% = 3754 \text{ ч.},$$

$$n_p = \frac{3447}{3754} = 0,918,$$

округляем n_p в большую сторону и принимаем $n_p' = 1$.

Найдем коэффициент загрузки оборудования:

$$K_3 = \frac{n_p}{n_p'} = \frac{0,918}{1} = 0,918.$$

– для операций 0,25, 040-090:

$$T_r = 500 \cdot \frac{24,83 + 20,8 + 77,08 + 55,71 + 239,94 + 366,23 + 296,52 + 125,97 + 370,84 + 174,84 + 138,7 + 21,5}{60} = 15941 \text{ ч.},$$

$$n_p = \frac{15941}{3754} = 4,24,$$

округляем n_p в большую сторону и принимаем $n_p' = 5$.

Найдем коэффициент загрузки оборудования:

$$K_3 = \frac{n_p}{n_p'} = \frac{4,24}{5} = 0,849.$$

5.2.2 Определение состава и численности рабочих

Определим общее время необходимое для выполнения годовой программы продукции, ч.

$$\Sigma T_r = 3117 + 15941 = 19389 \text{ ч.}$$

Φ_H – номинальный фонд рабочего времени равен 1976 часов, найдем действительный, отняв от номинального процент потерь времени:

$$\Phi_D = \Phi_H - 12\% = 1976 - 12\% = 1734 \text{ ч.,}$$

Определим количество рабочих явочных [20]:

$$P_{\text{яв}} = \frac{T_r}{\Phi_H} = \frac{19389}{1976} = 9,81. \quad (5.3)$$

Примем число сварщиков равным $P_{\text{яв}} = 10$. В первую смену работает 6 человек, а во вторую смену работает 4 человека.

Определим количество рабочих списочных:

$$P_{\text{сп}} = \frac{T_r}{\Phi_D} = \frac{19389}{1734} = 11,15. \quad (5.4)$$

Примем число сварщиков равным $P_{\text{сп}} = 12$.

Вспомогательных рабочих (25% от количества основных рабочих) – 3;

ИТР (8% от суммы основных и вспомогательных рабочих) – 2;

Счетно-конторская служба (3% от суммы основных и вспомогательных рабочих) – 1;

МОП (2% от суммы основных и вспомогательных рабочих) – 1;

Контроль качества продукции (1% от суммы основных и вспомогательных рабочих) – 1.

5.3 Пространственное расположение производственного процесса

5.3.1 Выбор типовой схемы компоновки сборочно-сварочного цеха

Рациональное размещение в пространстве запроектированного производственного процесса и всех основных элементов производства, необходимых для осуществления этого процесса, требует разработки чертежей плана и разрезов проектируемого цеха [43].

Независимо от принадлежности к какой-либо разновидности сварочного производства сборочно-сварочные цехи могут включать следующие отделения и помещения [43]:

- производственные отделения: заготовительное отделение включает участки: правки и наметки металла, газопламенной обработки, станочной обработки, штамповочный, слесарно-механический, очистки металла;
- сборочно-сварочное отделение, подразделяющееся обычно на узловую и общую сборку и сварку, с производственными участками сборки, сварки, наплавки, пайки, термообработки, механической обработки, испытания готовой продукции и исправления пороков, нанесения покрытий и отделки продукции;
- вспомогательные отделения: цеховой склад металла, промежуточный склад деталей и полуфабрикатов с участком их сортировки и комплектации, межоперационные складочные участки и места, склад готовой продукции цеха с контрольными и упаковочными подразделениями и погрузочной площадкой; кладовые электродов, флюсов, баллонов с горючими и защитными газами, инструмента, приспособлений, запасных частей и вспомогательных материалов, мастерская изготовления шаблонов, ремонтная, отделение электромашинное, ацетиленовое, компрессорное, цеховые трансформаторные подстанции;

- административно-конторские и бытовые помещения: контора цеха, гардероб, уборные, умывальные, душевые, буфет, комната для отдыха и приема пищи, медпункт.

Проектируемый в составе завода самостоятельный сборочно-сварочный цех всегда является, с одной стороны, потребителем продукции заготовительных и обрабатывающих цехов и складов завода, а с другой стороны – поставщиком своей продукции для цехов окончательной отделки изделий и для общезаводского склада готовой продукции.

Таким образом, между проектируемым сборочно-сварочным цехом и другими цехами, сооружениями и устройствами завода существует определенная производственная связь, необходимая для облегчения нормального выполнения процесса изготовления заданной продукции по заводу в целом.

При проектировании как всего завода, так и его отдельных цехов необходимо стремиться к осуществлению прямопоточности всех производственных связей между отдельными цехами, к недопущению возвратных перемещений материалов и изделий.

На сварочном участке расположено одно сборочно-сварочное приспособление, пять сварочных плит сварочный полуавтомат *LORCH MicorMIG 500*, перемещение деталей осуществляется кран-балкой $Q=5$ т и краном мостовым $Q=10$ т перемещаются готовые изделия.

6. Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение

6.1 Финансирование проекта и маркетинг

Маркетинг – это организационная функция и совокупность процессов создания, продвижения и предоставления ценностей покупателям и управления взаимоотношениями с ними с выгодой для организации. В широком смысле задачи маркетинга состоят в определении и удовлетворении человеческих и общественных потребностей.

6.2 Экономический анализ техпроцесса

Будет проведена экономическая оценка стоимости технологического процесса изготовления рамы основной ФЮРА.КСКр.381.062.00.000 СБ.

Изготавливаемое изделие – рама основная конвейера скребкового с крестовой разгрузкой. Она предназначен для транспортировки угля вдоль лавы и погрузки угля на перегружатель в очистных забоях шахт, включая опасные по пыли и газу. Рама основная конвейера скребкового устанавливается в начале конвейера.

Показатель приведенных затрат является обобщающим показателем.

В разработанном технологическом процессе применим сборочно-сварочное приспособление ФЮРА.000001.062.00.000 СБ, на котором для крепления деталей используются струбцины и шаблоны.

Применим современное сварочное оборудование: сварочный полуавтомат *LORCH MicorMIG 500* [31].

Проведем технико-экономический анализ разработанного технологического процесса. Нормы штучного времени разработанного технологического процесса изготовления основания приведены в таблице 3.13.

Определение приведенных затрат производят по формуле [44]:

$$З_{\pi} = C + E_{\pi} \cdot K, \quad (6.1)$$

где C – себестоимость единицы продукции, руб/изд·год;

E_{π} – нормативный коэффициент эффективности капитальных вложений, (руб/год)/руб;

K – капитальные вложения в производственные фонды, руб/изд.год.

6.2.1 Расчет капитальных вложений в производственные фонды

При расчете приведенных затрат капитальные вложения определяют, как сумму следующих расходов:

$$K = K_o + K_{\pi} + K_{\pi.o.} + K_{зд}, \quad (6.2)$$

где K_o – стоимость сварочного оборудования;

K_{π} – стоимость приспособлений;

$K_{\pi.o.}$ – стоимость подъемно-транспортного оборудования;

$K_{зд}$ – стоимость части здания, приходящегося на оборудование и приспособления.

6.2.1.1 Определение капитальных вложений в оборудование и приспособления

Капитальные вложения в оборудование определяем по формуле [38]:

$$K_{co} = \sum_{i=1}^n \Pi_{oi} \cdot O_i \cdot \mu_{oi}, \quad (6.3)$$

где Π_{oi} – оптовая цена единицы оборудования i -го типоразмера с учетом транспортно-заготовительных расходов, руб.;

O_i – количество оборудования i -го типоразмера, ед.;

μ_{oi} – коэффициент загрузки оборудования i -го типоразмера.

$$K_{co} = 645278,4 \cdot 6 \cdot 0,861 = 3332404 \text{ руб} \cdot \text{год}.$$

Цены на оборудование берутся за 01.01.2021 (смотри таблицу 6.1).

Таблица 6.1 – Оптовые цены на сварочное оборудование [45]

Наименование оборудования	Цо, руб
<i>LORCH MicorMIG 500</i> 6 шт.	645278,4

Капитальные вложения в сварочное оборудование приведены в таблице 6.2.

Таблица 6.2 – Капитальные вложения в сварочное оборудование [45].

Наименование оборудования	K_{co} , руб. · год
<i>LORCH MicorMIG 500</i> 6 шт.	3332404
Итого	3332404

Капитальные вложения в приспособления найдем по формуле [38]:

$$K_{пр} = \sum_{j=1}^m K_{прj} \cdot \Pi_j \cdot \mu_{пj}, \quad (6.4)$$

где $K_{прj}$ – оптовая цена единицы приспособления j -го типоразмера, руб.;

Π_j – количество приспособлений j -го типоразмера, ед.;

$\mu_{пj}$ – коэффициент загрузки j -го приспособления.

$$K_{пр1} = 341200 \cdot 1 \cdot 0,918 = 313305 \text{ руб} \cdot \text{год},$$

$$K_{пр2} = 110000 \cdot 5 \cdot 0,849 = 467065 \text{ руб} \cdot \text{год},$$

Капитальные вложения в приспособления приведены в таблице 6.3.

Таблица 6.3 – Капитальные вложения в приспособления [45].

Наименование оборудования	Ц _{пр.} руб	С _п , шт	К _{пр} , руб/ед.год
Приспособление ФЮРА.000001.062.00.000 СБ	341200	1	313305
Плита сварочная	110000	5	467065
ИТОГО			780370

6.2.1.2 Капитальные вложения в подъемно-транспортное оборудование

Капитальные вложения в кран-балку грузоподъемностью $Q = 2$ т. определяют по формуле:

$$K_{п.о.} = Ц_{п.о.} \cdot n_{п.о.}, \quad (6.5)$$

где $Ц_{п.о.}$ – оптовая цена единицы подъемно-транспортного оборудования, руб.;

$n_{п.о.}$ – количество подъемно-транспортного оборудования, ед.

$$K_{п.о.} = 185000 \cdot 1 = 185000 \text{ руб.}$$

6.2.1.3 Определение капитальных вложений в здание, занимаемое оборудованием и приспособлениями

Капитальные вложения в здание определяется по формуле [44]:

$$K_{зд} = \sum_{i=1}^n S_{oi} \cdot K_f \cdot h \cdot Ц_{зд}, \text{ руб.}, \quad (6.6)$$

где S_{oi} – площадь, занимаемая единицей оборудования, м²/ед.

Для предлагаемого технологического процесса: $S = 250,56$ м²,

K_f – коэффициент, учитывающий дополнительную площадь, равен 1,8 (так как известна полная площадь участка сборки-сварки, $K_f = 1$);

h – высота производственного здания, м, $h = 12$ м;

$\Pi_{зд}$ – стоимость 1 м^3 здания на 01.01.2021 составляет, $\Pi_{зд}=94\text{ руб/м}^3$.

$$K_{здп}=250,56 \cdot 1 \cdot 12 \cdot 94= 282632\text{ руб.}$$

6.2.2 Расчет себестоимости единицы продукции

В техническую себестоимость сварочных работ включаются следующие статьи затрат:

- затраты на металл;
- затраты на сварочные материалы;
- затраты на электроэнергию;
- затраты на оплату труда;
- расходы на эксплуатацию и содержание оборудования и

производственного помещения.

Определим себестоимость продукции по формуле:

$$C=N_{г} \cdot (C_{м}+C_{с.м.}+C_{зп.сд.}+C_{эс}+C_{возд}+C_{об}+C_{п})+C_{зп.вс.р} \cdot 12+C_{зп.АУП}, \quad (6.7)$$

где $C_{м}$ – затраты на основной материал, руб;

$C_{см}$ – затраты на сварочные материалы, руб;

$C_{зп.сд}$ – затраты на заработную плату основных рабочих, руб;

$C_{зп.вс.р}$ – затраты на заработную плату вспомогательных рабочих, руб;

$C_{зп.АУП}$ – затраты на заработную плату административно-управленческого персонала, руб;

$C_{э.с}$ – затраты на силовую электроэнергию, руб;

$C_{возд.}$ – затраты на сжатый воздух, руб;

$C_{об}$ – затраты на содержание и эксплуатацию оборудования;

$C_{п}$ – затраты на содержание помещения, руб.

6.2.2.1 Определение затрат на основные материалы

Затраты на металл, идущий на изготовление изделия определяем по формуле [38]:

$$C_m = m_m \cdot k_{т.з.} \cdot C_m - N_0 \cdot C_0 \text{ руб./изд.}, \quad (6.8)$$

где m_m – норма расхода материала на одно изделие, кг;

C_m – средняя оптовая цена стали 30ХГСА, 10ХСНД, 14ХГ2САФД, на 01.01.2021, руб./кг [46]:

- для стали 14ХГ2САФД $C_m=40,63$ руб./кг, при $m_m = 5529,8 \cdot 1,3 = 7188,74$ кг.;

- для стали 10ХСНД $C_m=38,75$ руб./кг, при $m_m = 2885,8 \cdot 1,3 = 3751,54$ кг.;

- для стали 30ХГСА $C_m = 35$ руб./кг, при $m_m = 84,4 \cdot 1,3 = 109,72$ кг;

$k_{т.з.}$ – коэффициент, учитывающий транспортно-заготовительные расходы при приобретении материалов $k_{т.з.}=1,04$ [38].

N_0 – норма возвратных отходов, $N_0 = m_m \cdot 0,3 = 5529,8 \cdot 0,3 + 2885,8 \cdot 0,3 + 84,4 \cdot 0,3 = 2550$ кг/шт;

C_0 – цена возвратных отходов, $C_0 = 20$ руб/кг.

Коэффициент потерь материала на отходы составляет 1,3 [40].

$$C_m = 1,04 \cdot (7188,74 \cdot 40,63 + 3751,54 \cdot 38,75 + 109,72 \cdot 35) - 2550 \cdot 20 = 407942,52 \text{ руб/изд.}$$

6.2.2.2 Определение затрат на сварочные материалы

Затраты на электродную проволоку определяем по формуле [44]:

$$C_{п.с.} = \sum_{d=1}^h G_d \cdot k_{нд} \cdot \psi_p \cdot C_{п.с.}, \text{ руб/изд.}, \quad (6.9)$$

где G_d – масса наплавленного металла электродной проволоки и электродов, кг:

$G_d = 149,129$ кг – для проволоки Св-08Г2С-О для разработанного технологического процесса;

k_{nd} – коэффициент, учитывающий расход сварочной проволоки (электрода) [31], $k_{p-п.с.} = 1,03$;

ψ_p – коэффициент потерь на разбрызгивание, зависящий от способа сварки [31], $\psi_p = 1,01...1,15$, принимаем $\psi_p = 1,1$;

$\Pi_{п.с.} = 169$ – стоимость сварочной проволоки Св-08Г2С-О, руб/кг на 01.01.2021.

$$C_{п.спредл.} = (149,129 \cdot 169) \cdot 1,03 \cdot 1,1 = 28554,77 \text{ руб.}$$

Затраты на защитную смесь газов определяем по формуле [27]:

$$C_{з.г.} = g_{з.г.} \cdot \Pi_{г.з.} \cdot T_o, \text{ руб./изд.,} \quad (6.10)$$

где $g_{з.г.}$ – расход смеси, $g_{з.г.} = 1,02 \text{ м}^3/\text{ч}$.

$\Pi_{г.з.}$ – стоимость смеси, м^3 , $\Pi_{г.з.} = 62,52 \text{ руб./м}^3$;

T_o – основное время сварки в смеси газов, ч., $T_o = 33,93 \text{ ч}$.

$$C_{з.г.} = 1,02 \cdot 62,52 \cdot 33,93 = 2160,05 \text{ руб/изд.}$$

6.2.2.3 Определение затрат на заработную плату

Затраты на заработную плату производственных рабочих рассчитываем по формуле [44]:

$$C_z = t_k \cdot \text{ЧТС} \cdot K_{\text{доп}} \cdot K_{\text{д.з.}} \cdot K_c, \quad (6.11)$$

где t_k – время сварочных работ, ч/м шва;

ЧТС – часовая тарифная ставка на 01.01.2021, руб/ч., ЧТС– 74,85 руб.;

$K_{\text{доп}}$ – коэффициент, учитывающий доплаты и премии к тарифной заработной плате, равен 1,4;

$K_{\text{д.з.}}$ – коэффициент, учитывающий дополнительную заработную плату, равен 1,2;

K_c – страховые взносы соответственно в пенсионный фонд РФ, в фонд социального страхования, в фонд обязательного медицинского страхования (ОМС), в фонд страхования от несчастного случая –1,3.

$$C_z = 38,78 \cdot 74,85 \cdot 1,4 \cdot 1,2 \cdot 1,3 = 8240,79 \text{ руб/изд.}$$

6.2.2.4 Определение затрат на заработную плату вспомогательных рабочих

Затраты на заработную плату вспомогательных рабочих рассчитываем по формуле [38]:

$$C_{\text{з.п.всп.р}} = \sum_{j=1}^k TC_j \cdot ЧТС_{\text{вр}j} \cdot \frac{F_{\text{д}}}{12} \cdot K_{\text{д}} \cdot K_{\text{пр}} \cdot K_{\text{рай}} \cdot K_{\text{с}}, \quad (6.12)$$

где ЧТС – тарифная ставка вспомогательного рабочего соответствующего разряда на 01.01.2021, руб.:

- для слесарей ЧТС – 61,58 руб.;
- для контролера ОТК ЧТС – 156 руб.;
- для МОП ЧТС – 56,76 руб.;

k – количество профессий вспомогательных рабочих;

$Ч_{\text{вр}j}$ – численность рабочих по соответствующей профессии;

$F_{\text{д}}$ – действительный фонд рабочего времени, $F_{\text{д}} = 1769$ ч;

$K_{\text{д}}$ – коэффициент, учитывающий дополнительную заработную плату, $K_{\text{д}}=1,2$;

$K_{\text{пр}}$ – коэффициент, учитывающий процент премии и доплаты, $K_{\text{пр}}=1,4$;

$K_{\text{рай}}$ – районный коэффициент, $K_{\text{рай}}=1,3$;

$K_{\text{с}}$ – страховые взносы соответственно в пенсионный фонд РФ, в фонд социального страхования, в фонд обязательного медицинского страхования (ОМС), в фонд страхования от несчастного случая-30.

Затраты на заработную плату слесарей:

$$C_{\text{з.п.слесарей}} = 63,62 \cdot 3 \cdot \frac{1769}{12} \cdot 1,20 \cdot 1,4 \cdot 1,3 \cdot 1,3 = 79883,57 \frac{\text{руб}}{\text{изд}},$$

Затраты на заработную плату контролеров ОТК:

$$C_{\text{з.п.отк}} = 156 \cdot 2 \cdot \frac{1769}{12} \cdot 1,2 \cdot 1,4 \cdot 1,3 \cdot 1,3 = 130586,16 \frac{\text{руб}}{\text{изд}},$$

Затраты на заработную плату МОП:

$$C_{з.п.моп} = 56,78 \cdot 1 \cdot \frac{1769}{12} \cdot 1,2 \cdot 1,4 \cdot 1,3 \cdot 1,3 = 23786,64 \frac{\text{руб}}{\text{изд}}.$$

$$C_{зп.вс.р} = C_{зп.слесарей} + C_{зп.отк} + C_{зп.моп} = 79883,57 + 130586,16 + 23786,64 = 234226,38 \text{ руб.} \quad (6.13)$$

6.2.2.5 Заработная плата административно-управленческого персонала

Затраты на заработную плату административно-управленческого персонала рассчитываем по формуле [38]:

$$C_{з.п.ауп} = C_{зуп} \cdot Ч_{ауп} \cdot 12 \cdot K_{д} \cdot K_{пр} \cdot K_{рай} \cdot K_{с}, \quad (6.14)$$

где $C_{зуп}$ – месячный оклад работника административно-управленческого персонала, $C_{зуп} = 28865$ руб.;

$Ч_{ауп}$ – численность работников административно-управленческого персонала должности, $Ч_{ауп} = 2$ чел.

$$C_{з.п.ауп} = 28865 \cdot 1 \cdot 12 \cdot 1,4 \cdot 1,4 \cdot 1,3 \cdot 1,3 = 1966884,19 \frac{\text{руб}}{\text{год}}.$$

6.2.2.6 Определение затрат на силовую электроэнергию

Затраты на технологическую электроэнергию найдем по формуле [38]:

$$C_{э.с.} = W_{тэ} \cdot Ц_{э}, \quad (6.15)$$

где $Ц_{э}$ – средняя стоимость электроэнергии, $Ц_{э} = 5,63$ руб.

Расход технологической электроэнергии найдем по формуле [38]:

$$W_{тэ} = \sum \left(\frac{U_c \cdot I_c \cdot t_c}{\eta_u} \right) + P_x \cdot \left(\frac{t_c}{K_u} - t_c \right), \quad (6.16)$$

где U_c, I_c – электрические параметры режима сварки;

t_c – основное время сварки шва;

$\eta_{\text{и}}$ – КПД источника сварочного тока;

$P_{\text{х}}$ – мощность холостого хода источника;

$\frac{t_{\text{с}}}{K_{\text{у}}}$ – общее время работы источника, зависящее от способа сварки и типа

производства ($K_{\text{и}}$ можно выбрать по таблице 3.2.2 [27]).

Расход технологической электроэнергии (рассчитано в подзаголовке 3.9.4) $W_{\text{тэ}} = 509,07$ кВт.

$$C_{\text{э. с.}} = 509,07 \cdot 5,63 = 2866,07 \text{ руб.}$$

6.2.2.7 Определение затрат на сжатый воздух

Затраты на сжатый воздух определяется по формуле [38]:

$$C_{\text{возд}} = g_{\text{возд}}^{\text{ЭН}} \cdot k_{\text{тп}} \cdot \Pi_{\text{возд}}, \text{ руб./изд}, \quad (6.17)$$

где $g_{\text{возд}}^{\text{ЭН}}$ – расход воздуха, $\text{м}^3/\text{ч}$.

$k_{\text{тп}}$ – коэффициент, учитывающий тип производства, $k_{\text{тп}} = 1,15$.

Для изготовления одного изделия расход воздуха составляет:

$$g_{\text{возд}}^{\text{ЭН}} = 1,2 \text{ м}^3/\text{ч};$$

$\Pi_{\text{возд}} = 0,184295 \text{ руб}/\text{м}^3$, стоимость воздуха на 01.01.2021 г.;

$$C_{\text{возд пр}} = 1,2 \cdot 1,15 \cdot 0,18429 = 0,35 \text{ руб./изд.}$$

6.2.2.8 Определение затрат на содержание и эксплуатацию оборудования

Расходы на содержание и эксплуатацию оборудования и помещений включают амортизационные отчисления и затраты на текущий ремонт и обслуживание.

Амортизационные отчисления – затраты, связанные с обеспечением работ оборудования.

Годовые амортизационные отчисления зависят от стоимости электросварочного оборудования, стоимости механического и вспомогательного оборудования, стоимости приспособлений и подъемно-транспортного оборудования, и определяются по формуле [44]:

$$C_{об} = \frac{K_o \cdot n_o}{T_o \cdot N_r} + \frac{K_{п} \cdot n_{п}}{T_{п} \cdot N_r} + \frac{K_{п.о} \cdot n_{п.о}}{T_{п.о} \cdot N_r}, \quad (6.18)$$

где K_o – стоимость основного сварочного оборудования;

T_o – срок службы основного сварочного оборудования, $T_o = 5$ лет;

$K_{п}$ – стоимость приспособлений;

$T_{п}$ – срок службы приспособлений, $T_{п} = 5$ лет

$K_{п.о.}$ – стоимость подъемно-транспортного оборудования;

$T_{п.о.}$ – срок службы подъемно-транспортного оборудования, $T_{п.о} = 20$ лет

[47].

$$C_{об} = \frac{(645278,4) \cdot 6}{5 \cdot 500} + \frac{341200 \cdot 1 + 110000 \cdot 5}{5 \cdot 500} + \frac{185000 \cdot 1}{20 \cdot 500} = 1923,65 \text{ руб},$$

Затраты на текущий ремонт и обслуживание – принимается в размере 3% от стоимости оборудования. Затраты на текущий ремонт дорогостоящего инструмента принимаются в размере 10-20% его балансовой стоимости оборудования. Стоимость ремонта и обслуживания рассчитаем по формуле [44]:

$$C_{рио} = \frac{(K_o \cdot n_o + K_{п} \cdot n_{п} + K_{п.о} \cdot n_{п.о}) \cdot k_{рио}}{N_r}, \quad (6.18)$$

где $k_{рио}$ – коэффициент ремонта и обслуживания принимается в размере 3% от стоимости оборудования.

$$C_{рио} = \frac{[(645278,4) \cdot 6 + 341200 \cdot 1 + 110000 \cdot 5 + 185000 \cdot 1] \cdot 0,03}{500} = 296,87 \text{ руб},$$

6.2.2.9 Определение затрат на содержание помещения

В расходы на содержание и ремонт помещения входят амортизация, ремонт, отопление, освещение, уборка. Эти расходы составляют 8% балансовой стоимости помещения.

Определение затрат на содержание здания определяется по формуле [44]:

$$C_{\text{п}} = \frac{S \cdot k_{\text{сп}} \cdot \text{Ц}_{\text{ср.зд}}}{N_{\text{г}}}, \frac{\text{руб.}}{\text{изд.}}, \quad (6.19)$$

где S – площадь сварочного участка, м^2 , $S = 250,56 \text{ м}^2$;

$k_{\text{сп}}$ – коэффициент на содержание и ремонт помещения, $k_{\text{сп}} = 0,08$.

$\text{Ц}_{\text{ср.зд}}$ – среднегодовые расходы на содержание 1 м^2 рабочей площади, руб./год.м, $\text{Ц}_{\text{ср.зд}} = 250 \text{ руб./год м.}$

$$C_{\text{п}} = \frac{250,56 \cdot 0,08 \cdot 250}{500} = 10,02 \frac{\text{руб.}}{\text{изд.}}$$

Результаты расчетов по определению технологической себестоимости сводятся в таблицу 6.4.

Таблица 6.4 – Технологическая себестоимость

№ п/п	Затраты	Сумма, руб.
1	2	3
1	Затраты на основной металл	407942,52
2	Затраты на сварочные материалы	
2.1	Затраты на электроды	-
2.2	Затраты на сварочную проволоку	28554,77
2.3	Затраты на защитный газ	2160,05
2.4	Стоимость флюса	-

продолжение таблицы 6.4

1	2	3
3	Заработная плата	
3.1	Основная и дополнительная заработная плата производственных рабочих с отчислениями на социальное страхование	8240,79
3.2	Заработная плата вспомогательных рабочих	234226,38
3.3	Заработная плата административно-управленческого персонала	1966884,19
4	Затраты на электроэнергию	2866,07
5	Затраты на сжатый воздух	0,35
6	Расходы на содержание и эксплуатацию оборудования и помещений	
6.1	Амортизационные отчисления	1923,65
6.2	Затраты на текущий ремонт и обслуживание	296,87
6.3	Затраты на содержание помещения	10,02
ИТОГО технологическая себестоимость:		461550,29

6.3 Расчет технико-экономической эффективности

Определим себестоимость продукции:

$$C = 500 \cdot (407942,52 + 28554,77 + 2160,05 + 8240,79 + 2866,07 + 0,35 + 1923,65 + 296,87 + 10,02) + 234226,38 \cdot 12 + 1966884,19 = 230775146,76 \text{ руб/изд. год,}$$

Определим капитальные вложения:

$$K = 3332404 + 780370 + 185000 + 282632 = 4580405 \text{ руб/изд. год,}$$

Определим количество приведенных затрат:

$$Z_{\text{п}} = 230775146,76 + 0,15 \cdot 4580405 = 231462207,51 \text{ руб/изд. год.}$$

6.4 Основные технико-экономические показатели участка

Основные технико-экономические показатели участка представлены в таблице 6.5.

Таблица 6.5 – Основные технико-экономические показатели участка

№п/п	Параметр	Значение
1	Годовая производственная программа, шт.	500
2	Трудоёмкость изготовления одного изделия, час	38,78
3	Количество оборудования, шт.	6
4	Количество производственных рабочих, чел	12
5	Количество вспомогательных рабочих	3
6	Количество административно-управленческого персонала, чел	2
7	Норма расхода материала, кг	11050
8	Количество приведенных затрат, (руб./изд.)·год	231462207,51
9	Себестоимость одного изделия, руб.	461550,29

Вывод. В ходе исследования финансового менеджмента, ресурсоэффективности и ресурсосбережения были определены цены на оборудование, приспособления, основные и вспомогательные материалы; рассчитаны капитальные вложения в сварочное оборудование, приспособления и помещение, так же затраты на основной металл, сварочную проволоку, защитный газ, сжатый воздух, зарплату рабочим, расходы на электроэнергию, амортизацию и ремонт оборудования и приспособлений, затраты на содержание помещений; в ходе чего мы получили следующие цифры:

- капитальные вложения 4580405 руб;
- себестоимость продукции 230775146,76 руб.

В результате проведенных расчетов было определено количество приведенных затрат 231462207,51 руб/изд. год.

7 Социальная ответственность

7.1 Описание рабочего места

На участке производится сборка и сварка рамы основной. При изготовлении рамы основной осуществляются следующие операции: сборка и сварка механизированная в среде углекислого газа и аргона, слесарные операции.

При изготовлении рамы основной на участке используется следующее оборудование:

- *LORCH MicorMIG 500* 6 шт.
- приспособление сборочно-сварочное 1 шт.
ФЮРА.000001.062.00.000 СБ
- плита сварочная 5 шт.

Перемещение изделия производят краном мостовым грузоподъемностью 5 т.

Изготавливаемое изделие – рама основная конвейера скребкового с крестовой разгрузкой. Она предназначен для транспортировки угля вдоль лавы и погрузки угля на перегружатель в очистных забоях шахт, включая опасные по пыли и газу. Рама основная конвейера скребкового устанавливается в начале конвейера. Масса рамы основной составляет 8500 кг.

В качестве материала этих деталей используют стали следующих марок: 10ХСНД, 30ХГСА, 14ХГ2САФД. Сварка производится в смеси Ar (80 %)+CO₂ (20 %) сварочной проволокой Св-08Г2С-О диаметром 1,2 мм.

Проектируемый участок находится на последнем пролете цеха, поэтому освещение осуществляется двумя окнами, расположенными в стене здания, а также шестнадцатью светильниками, расположенными непосредственно над участком. Стены цеха выполнены из железобетонных блоков, окрашены в светлые тона.

Завоз деталей в цех и вывоз готовой продукции осуществляется через ворота (2шт.) автомобильным транспортом, также через одни ворота проложено железнодорожное полотно, т.е. имеется возможность доставки и вывоза грузов железнодорожным транспортом. Вход в цех и выход из него осуществляется через две двери.

На случай пожара цех оснащен запасным выходом и системой противопожарной сигнализации. Все работы производятся на участке с площадью $S = 250,56 \text{ м}^2$.

7.2. Законодательные и нормативные документы

Формализация всех производственных процессов и их подробное описание в регламентах, разнообразных правилах и инструкциях по охране труда позволяет создать максимально безопасные условия работы для всех сотрудников организации. Проведение инструктажей и постоянный тщательный контроль за соблюдением требований охраны труда – это гарантия значительного уменьшения вероятности возникновения аварийных ситуаций, заболеваний, связанных с профдеятельностью человека, травм на производстве.

Именно инструкции считаются основным нормативным актом, определяющим и описывающим требования безопасности при выполнении должностных обязанностей служащими и рабочими. Такие документы разрабатываются на базе:

- положений «Стандартов безопасности труда»;
- законов о труде РФ;
- технологической документации;
- норм и правил отраслевой производственной санитарии и безопасности труда;
- типовых инструкций по ОТ;
- пунктов ЕСТД («Единая система техдокументации»);

- рекомендаций по эксплуатации и паспортов различных видов агрегатов и оборудования, используемого в организации (при этом следует принимать во внимание статистические данные по производственному травматизму и конкретные условия работы на предприятии).

Основы законодательства Российской Федерации об охране труда обеспечивают единый порядок регулирования отношений в области охраны труда между работодателями и работниками на предприятиях, в учреждениях и организациях всех форм собственности независимо от сферы хозяйственной деятельности и ведомственной подчиненности. Основы законодательства устанавливают гарантии осуществления права на охрану труда и направлены на создание условий труда, отвечающих требованиям сохранения жизни и здоровья работников в процессе трудовой деятельности и в связи с ней.

Среди законодательных актов по охране труда основное значение имеет Конституция РФ, Трудовой Кодекс РФ, устанавливающий основные правовые гарантии в части обеспечения охраны труда, а также Федеральный закон от 21.12.1994 № 69-ФЗ «О пожарной безопасности», Федеральный закон от 24.07.1998 № 125-ФЗ «Об обязательном социальном страховании от несчастных случаев на производстве и профессиональных заболеваний». Из подзаконных актов отметим постановления Правительства РФ: «О государственной экспертизе условий труда» от 25.04.2003 № 244, «О государственном надзоре и контроле за соблюдением законодательства РФ о труде и охране труда» от 09.09.1999 № 1035 (ред. от 28.07.2005).

К нормативным документам относятся:

7. ГОСТ 12.1.005-88. ССБТ. Воздух рабочей зоны. Общие санитарно-гигиенические требования. М.: Изд. стандартов, 1989.

8. ГОСТ 12.1.030-81. ССБТ. Электробезопасность. Защитное заземление, зануление. М.: Изд. стандартов, 1982.

9. ГОСТ 12.1.012-90. ССБТ. Вибрационная безопасность. Общие требования. М.: Изд. стандартов, 1990.

10. ГОСТ 12.1.046-78. ССБТ. Методы и средства вибрационной защиты.

Классификация. М.: Изд. стандартов, 1990.

11. ГОСТ 12.1.003-83. Шум. Общие требования безопасности. М.: Изд. стандартов, 1984.

12. Правила устройства электроустановок. М.: Энергоатомиздат, 1998.

13. Правила техники безопасности при эксплуатации электроустановок потребителей. М.: Энергоатомиздат, 1994.

14. Санитарные нормы СН 2.2.4/2.1.8.562-96. Шум на рабочих местах, в помещениях жилых, общественных зданий и на территории жилой застройки.

15. Санитарные нормы СН 2.2.4/2.1.8.566-96. Производственная вибрация, вибрация в помещениях жилых и общественных зданий. М.: Информ.-издат. центр Минздрава России, 1997.

16. Санитарные правила и нормы СанПиН 2.2.4.548096. Гигиенические требования к микроклимату производственных помещений. 1996.

7.3 Анализ выявленных вредных факторов проектируемой производственной среды

При выполнении сварки на работников участка могут воздействовать вредные и опасные производственные факторы: повышенная запылённость и загазованность воздуха рабочей зоны; ультрафиолетовое, видимое и инфракрасное излучение сварочной дуги, а также инфракрасное излучение сварочной ванны и свариваемого металла; производственный шум; статическая нагрузка на руку; электрический ток.

1. Запыленность и загазованность воздуха рабочей зоны.

При данном процессе сварки в воздух рабочей зоны выделяется до 031 мг/м³ пыли с содержанием в ней марганца до 13,7 процентов (ПДК 0,1-0,2 мг/м³), а также СО₂ до 0,5÷0,6%; СО до 160 мг/м³; окислов азота до 8,0 мг/м³; озона до 0,36 мг/м³ (ПДК 0,1 мг/м³); оксидов железа 7,48 г/кг расходуемого материала; оксида хрома 0,02г/кг расходуемого материала

(ПДК 1 мг/м³) [48, 49].

Образующийся при сварке аэрозоль характеризуется очень мелкой дисперсностью – более 90% частиц, скорость витания частиц < 0,1 м/с.

Автотранспорт, который используется для перевозки готовых изделий, выбрасывает в атмосферу цеха опасные для здоровья рабочих вещества, к ним относятся: свинец, угарный газ, бенз(а)пирен, летучие углеводороды.

Характер воздействия пыли на организм человека зависит от ее химического состава, который определяет биологическую активность пыли. По этому признаку пыль подразделяют на пыль раздражающего действия и токсическую. Попадая в организм человека, частицы такой пыли взаимодействуют с кровью и тканевой жидкостью, и в результате протекания химических реакций образуют ядовитые вещества.

Отдельные виды пыли могут растворяться в воде и биологических жидких средах: крови, лимфе, желудочном соке, что может иметь как положительные, так и отрицательные последствия.

Медико-биологические исследования показали непосредственную связь между количеством, концентрацией, химическим составом пыли в рабочей зоне и возникающими профессиональными заболеваниями работников транспорта. Продолжительное действие пыли на органы дыхания может привести к профессиональному заболеванию – пневмокониозу. Пневмокониоз характеризуется разрастанием соединительной ткани в дыхательных путях.

Наряду с пневмокониозом, наиболее частым заболеванием, вызываемым действием пыли, является бронхит. В бронхах скапливается мокрота, и болезнь хронически прогрессирует.

Пыль, попадающая на слизистые оболочки глаз, вызывает их раздражение, конъюнктивит. Оседая на коже, пыль забивает кожные поры, препятствуя терморегуляции организма, и может привести к дерматитам, экземам. Некоторые виды токсической пыли (извести, соды, мышьяка, карбида кальция) при попадании на кожу вызывают химические раздражения и даже ожоги [49].

На участке сборки и сварки изготовления рамы основной применяем общеобменную приточно-вытяжную вентиляцию.

Каждое рабочее место также оборудуется вытяжным отсосом-зонтом, открытой конструкцией, всасывающее отверстие которой приближено к источнику выделений. Средняя скорость поступающего воздуха в проеме составляет $0,3 \div 3$ метров в секунду [50].

Определим количество конвективного тепла, выделяемого источником [51]:

$$L_M = S \cdot V_{\text{эф}}, \text{ м}^3 \cdot \text{ч}, \quad (7.1)$$

где S – площадь, через которую поступает воздух, м^2 ;

$V_{\text{эф}}$ – скорость воздуха в проеме, при которой происходит эффективное удаление вредностей, согласно ГОСТ 12.3.003-86 $V_{\text{эф}} = 0,2 \text{ м} \cdot \text{с}^{-1}$.

Найдем площадь, через которую поступает воздух по формуле:

$$S = A \cdot B \cdot n,$$

где A и B – ширина и длинна зонта, расчеты этих параметров произведем согласно методичке [50];

n – количество зонтов.

Определим количество конвективного тепла, выделяемого источником [52]:

$$Q = 1,5 \cdot \sqrt{t_{\text{и}} + t_{\text{в}}}, \quad (7.2)$$

где $t_{\text{и}}$ и $t_{\text{в}}$ – температура поверхности источника и воздуха, $^{\circ}\text{C}$.

$$Q = 1,5 \cdot \sqrt{350 + 15} = 28,7 \text{ Вт}.$$

Максимальное расстояние от кромки зонта до источника тепловыделений определяется по формуле:

$$H = 1,5 \cdot \sqrt{F} = 1,5 \cdot \sqrt{1,62 \cdot 1,68} = 2,47 \text{ м}. \quad (7.3)$$

Найдем размеры вытяжного зонта:

$$A = a + 0,8 \cdot H = 1,62 + 0,8 \cdot 2,47 = 3,6 \text{ м}, \quad (7.4)$$

$$B = b + 0,8 \cdot H = 1,68 + 0,8 \cdot 2,47 = 3,66 \text{ м}, \quad (7.5)$$

$$S = 3,6 \cdot 3,66 \cdot 6 = 79,04 \text{ м}^2,$$

$$L_M = 79,04 \cdot 0,2 = 15,81 \text{ м}^3 \cdot \text{с},$$

Из расчета видно, что объём воздуха удаляемый от местных отсосов составляет $L_M = 56910 \text{ м}^3 \cdot \text{ч}$.

В результате проведенных расчетов выбираем вентилятор радиальный ВЦ 9-55-12,5 с двигателем АИР200L6 30 кВт 485 об/мин.

Кинематическая схема вентиляции представлена на рисунке 7.1.

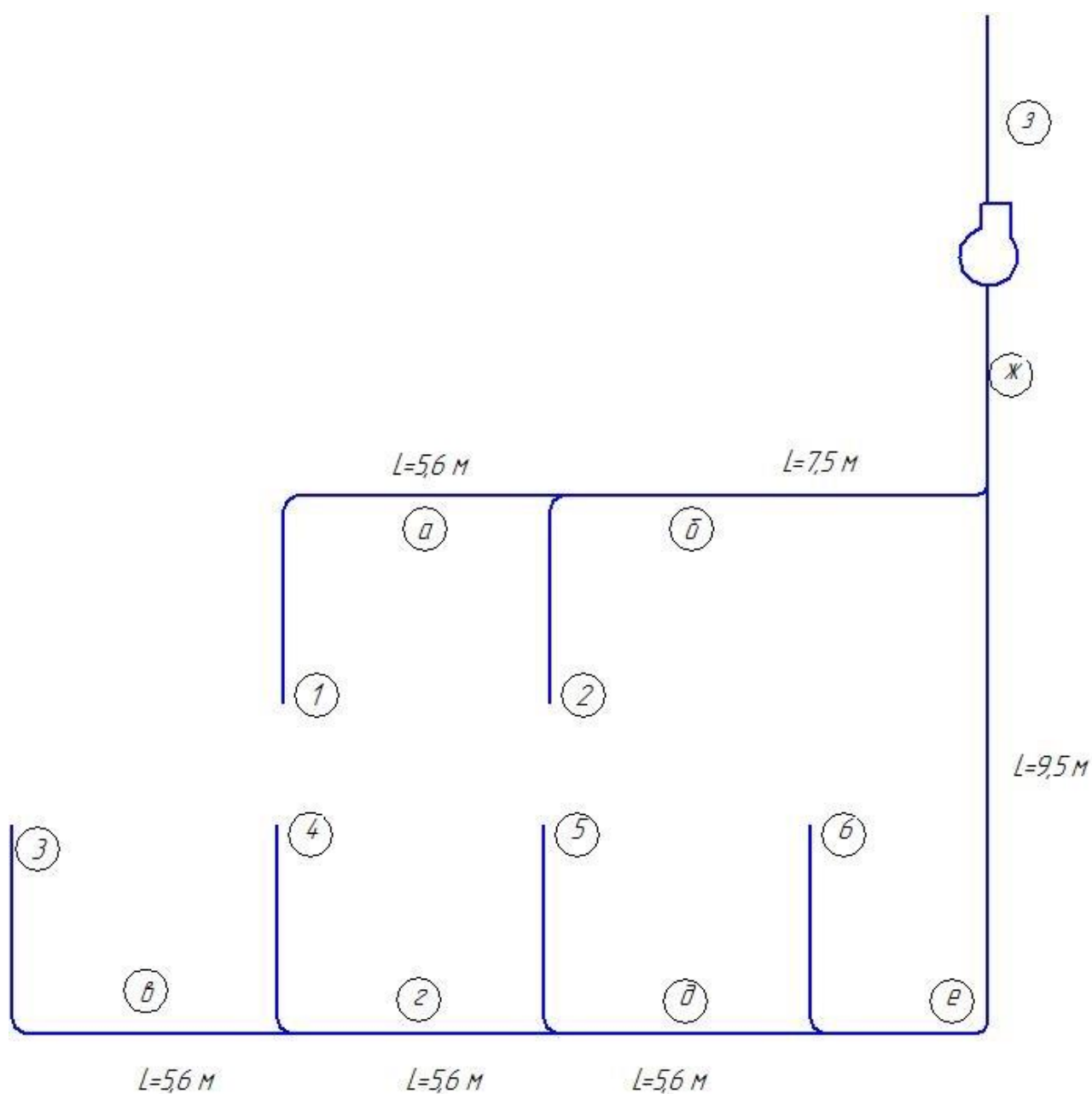


Рисунок 7.1– Кинематическая схема вентиляции

Рассчитаем диаметр воздуховодов.

Сначала рассчитаем расход воздуха для первой ветви:

$$L_{M1} = 56910 \cdot 2/6 = 18970 \text{ м}^3 \cdot \text{ч},$$

Для второй ветви:

$$L_{M2} = 56910 \cdot 4/6 = 37940 \text{ м}^3 \cdot \text{ч},$$

Определим диаметр воздуховода по формуле для первой ветви [51]:

$$D = 1,13 \cdot \left(\frac{L}{v} \right)^{1/2} = 1,13 \cdot \left(\frac{18970}{0,2} \right)^{1/2} = 348 \text{ мм}, \quad (7.6)$$

Определим диаметр воздуховода для второй ветви:

$$D = 1,13 \cdot \left(\frac{L}{v} \right)^{1/2} = 1,13 \cdot \left(\frac{37940}{0,2} \right)^{1/2} = 492 \text{ мм},$$

Определим диаметр общего воздуховода для:

$$D = 1,13 \cdot \left(\frac{L}{v} \right)^{1/2} = 1,13 \cdot \left(\frac{56910}{0,2} \right)^{1/2} = 603 \text{ мм},$$

2. Производственный шум.

Источниками шума при производстве сварных конструкций являются:

- *LORCH MicorMIG 500*;
- вентиляция;
- сварочная дуга;
- слесарный инструмент: молоток ($m = 2 \text{ кг}$) ГОСТ 2310-77, шабер, машинка ручная шлифовальная пневматическая ИП 2002 ГОСТ 12364-80, молоток рубильный МР – 22.

Шум возникает также при кантовке изделия с помощью подъемно – транспортных устройств (кран мостовой и кран - балка) и при подгонке деталей по месту с помощью кувалды и молотка.

Предельно допустимые уровни звука и эквивалентные уровни звука на рабочих местах для трудовой деятельности разных категорий тяжести и напряженности приведены в таблице 7.1 [53].

Шум неблагоприятно воздействует на работающего: ослабляет внимание, увеличивает расход энергии при одинаковой физической нагрузке, замедляет скорость психических реакций, в результате снижается производительность труда и ухудшается качество работы [53].

Мероприятия по борьбе с шумом.

Для снижения шума, создаваемого оборудованием, это оборудование следует помещать в звукоизолирующие ограждения изготовленные из пемзобетонной панели. Вентиляционное оборудование следует устанавливать на виброизолирующие пружинные основания, а вентиляторы следует устанавливать в отдельные звукоизолирующие помещения.

Таблица 7.1 – Предельно допустимые уровни звука и эквивалентные уровни звука на рабочих местах для трудовой деятельности разных категорий тяжести и напряженности в дБА

Категория напряженности трудового процесса	Категория тяжести трудового процесса				
	Легкая физическая нагрузка	Средняя физическая нагрузка	тяжелый труд 1 степени	тяжелый труд 2 степени	тяжелый труд 3 степени
Напряженность легкой степени	80	80	75	75	75
Напряженность средней степени	70	70	65	65	65
Напряженный труд 1 степени	60	60	-	-	-
Напряженный труд 2 степени	50	50	-	-	-

Для защиты органов слуха от шума рекомендуется использовать противошумовые наушники по ГОСТ Р 12.4.210-99.

3. Статическая нагрузка на руку.

При сварке в основном имеет место статическая нагрузка на руки, в результате чего могут возникнуть заболевания нервно-мышечного аппарата плечевого пояса. Сварочные работы относятся к категории физических работ средней тяжести с энергозатратами $172 \div 293$ Дж/с ($150 \div 250$ ккал/ч) [49].

Нагрузку создает необходимость держать в течение длительного времени в руках горелку сварочную (весом от 3 до 6 кг) при проведении сварочных работ, необходимость придержать детали при установке и прихватке и т. п. Для снижения нагрузки следует применять сборочные приспособления [54].

4. Ультрафиолетовое, видимое и инфракрасное излучение сварочной дуги, а также инфракрасное излучение сварочной ванны и свариваемого металла.

В производственной обстановке рабочие, находясь вблизи расплавленного или нагретого металла, горячих поверхностей подвергаются воздействию теплоты, излучаемой этими источниками. Горение сварочной дуги сопровождается излучением видимых ослепительно ярких световых лучей и невидимых ультрафиолетовых и инфракрасных лучей. Видимые лучи ослепляют, так как яркость их превышает физиологическую переносимую дозу. Короткие ультрафиолетовые лучи даже при кратковременном воздействии могут вызвать электроофтальмию. Инфракрасные лучи главным образом обладают тепловым эффектом, их интенсивность зависит от мощности дуги.

5. Вибрация.

Вибрация представляет собой механическое колебательное движение, простейшим видом которого является гармоническое (синусоидальное) колебание.

По способу передачи принято различать вибрацию локальную, передаваемую через руки (при работе с ручными машинами, органами управления), и общую передаваемую через опорные поверхности или стоящего человека.

Местная вибрация.

По источнику возникновения локальные вибрации подразделяются на передающиеся от:

- ручных машин с двигателями (или ручного механизированного инструмента), органов ручного управления машинами и оборудованием;
- ручных инструментов без двигателей (например, рихтовочные молотки разных моделей) и обрабатываемых деталей.

Вибрацию создают пневматические шлифмашинки.

7.3.1 Обеспечение требуемого освещения на участке

Для освещения используем газораспределительные лампы, имеющие высокую светотдачу, продолжительный срок службы, спектр излучения люминесцентных ламп близок к спектру естественного света. Лампы устанавливают в светильник, осветительная арматура которого должна обеспечивать крепление лампы, присоединение к ней электропитания, предохранения её от загрязнения и механического повреждения. Подвеска светильников должна быть жёсткой.

Система общего освещения сборочно-сварочного участка должна состоять из 16 светильников типа С 3-4 с ртутными лампами ДРЛ мощностью 250 Вт, построенных в 4 ряда по 4 светильника.

7.4 Анализ выявленных опасных факторов проектируемой производственной среды

1. Ультрафиолетовое, видимое и инфракрасное излучение сварочной дуги, а также инфракрасное излучение сварочной ванны и свариваемого металла.

В производственной обстановке рабочие, находясь вблизи расплавленного или нагретого металла, горячих поверхностей подвергаются воздействию теплоты, излучаемой этими источниками. Лучистый поток теплоты, кроме непосредственного воздействия на рабочих, нагревает пол,

стены, оборудование, в результате чего температура внутри помещения повышается, что ухудшает условия работы.

Горение сварочной дуги сопровождается излучением видимых ослепительно ярких световых лучей и невидимых ультрафиолетовых и инфракрасных лучей. Видимые лучи ослепляют, так как яркость их превышает физиологическую переносимую дозу. Короткие ультрафиолетовые лучи даже при кратковременном воздействии могут вызвать электроофтальмию. Инфракрасные лучи главным образом обладают тепловым эффектом, их интенсивность зависит от мощности дуги.

Тепловая радиация на рабочем месте может в целом составлять 0,5-6 кал/см²·мин [55].

2. Защита от сварочных излучений.

Для защиты глаз и лица сварщиков используются специальные щитки и маски. Для защиты глаз от ослепляющей видимой части спектра излучения, ультрафиолетовых и инфракрасных лучей в очках и масках должны применяться защитные светофильтры. Марка светофильтра выбирается в зависимости от силы сварочного тока. В нашем случае применим стекла серии ЭЗ (200-400 А).

Маска из фибры защищает лицо, шею от брызг расплавленного металла и вредных излучений сварочной дуги.

Спецодежда по ГОСТ 12.4.250-2013 – костюм и брюки, а также рукавицы, изготавливаются из брезента и служат для защиты тела и рук от брызг сварки, и теплового излучения.

Для защиты ног сварщиков используют специальные ботинки, исключаяющие попадание искр и капель расплавленного металла. Перечень средств индивидуальной защиты, имеющиеся на проектируемом участке приведен в таблице 7.2.

Для защиты рук от брызг и лучистой энергии применяют брезентовые рукавицы.

Во избежание затекания раскаленных брызг костюмы должны иметь гладкий покррой, а брюки необходимо носить навывпуск.

Для защиты окружающих рабочих применяются ширмы.

Таблица 7.2 – Средства индивидуальной защиты, имеющиеся на проектируемом участке

Наименование средств индивидуальной защиты	Документ, регламентирующий требования к средствам индивидуальной защиты
Костюм брезентовый для сварщика	ТУ 17-08-327-91
Ботинки кожаные	ГОСТ 27507-90
Рукавицы брезентовые (краги)	ГОСТ 12.4.010-75
Перчатки диэлектрические	ТУ 38-106359-79
Щиток защитный для э/сварщика НН-ПС 70241	ГОСТ 12.4.035-78
Куртка х/б на утепляющей прокладке	ГОСТ 29.335-92

3. Электрический ток.

На данном участке используется различное сварочное оборудование. Его работа осуществляется при подключении к сети переменного тока с напряжением 380 В.

Общие требования безопасности к производственному оборудованию предусмотрены ГОСТ 12.2.003-81. В них определены требования к основным элементам конструкций, органам управления и средствам защиты, входящим в конструкцию производственного оборудования любого вида и назначения.

4. Электробезопасность.

На участке сборки и сварки применяются искусственные заземлители – вертикально забитые стальные трубы (4 шт.) длиной 2,5 м. и диаметром 40 мм.

Сопротивление заземляющего устройства должно быть не более 4 Ом.

На участке используется контурное заземление – по периметру площади размещают оценочные заземлители.

Для связи вертикальных заземлителей используют полосовую сталь сечением 4х12 миллиметров.

7.4.1 Разработка методов защиты от вредных и опасных факторов

Для защиты тела применяются огнестойкая спецодежда (костюмы брезентовые или хлопчатобумажные с огнестойкой пропиткой).

Защита от движущихся механизмов.

Для защиты работающих от движущихся механизмов предусмотрено следующее:

- проходы: между оборудованием, движущимися механизмами и перемещаемыми деталями, а также между постами – не менее 1 м; между автоматическими сварочными постами – не менее 2 м.;
- свободная площадь на один сварочный пост – не менее 3 м.;
- при эксплуатации подъёмно-транспортных устройств ограждение всех движущихся и вращающихся частей механизмов;
- правильная фиксация рамы основной на приспособлениях, а также контроль за правильностью строповки;
- контроль за своевременностью аттестации оснастки, грузоподъемных средств и стропов.

7.5 Охрана окружающей среды

1. Защита селитебной зоны

Распределение территорий осуществляется на основании генеральных планов, на которых указаны участки расселения, использования природного компонента, а также учитываются территориальные возможности производительных сил. Весь комплекс планирования, определения зон, застройки и т. д. необходим, чтобы городские и сельские поселения были максимально удобными, грамотно распланированными, отвечающими требованиям безопасного проживания, а также имели способность развивать

инфраструктуру на территории. В СНиП 2.07.01-89:2 дается определение «селитебная зона», определяются правила, требования, регламентируется последовательность действий для создания городских и сельских поселений, а также указываются данные для проведения расчетов [58].

Промышленные объекты являются основным источником загрязнения окружающей среды. Поэтому следует учитывать, при создании селитебной зоны, направление ветра, которое наиболее вероятно в этой местности. Так же селитебная зона должна быть отгорожена от промышленных предприятий зелеными насаждениями.

2. Охрана воздушного бассейна.

Для очистки выбросов в атмосферу, производящихся на участке сборки и сварки, достаточно производить улавливание аэрозолей и газообразных примесей из загрязнённого воздуха. Установка для улавливания аэрозолей и пыли предусмотрена в системе вентиляции. Для этого на участке сборки и сварки рамы основной ФЮРА.КСКр.381.062.00.000 СБ используют масляные фильтры для очистки воздуха от пыли по ГОСТ Р 51251-99. Пыль, проходя через лабиринт отверстий (вместе с воздухом), образуемых кольцами или сетками, задерживается на их смоченной масляным раствором поверхности. По мере загрязнения фильтра кольца и сетки промывают в содовом растворе, а затем покрывают масляной плёнкой. Эффективность фильтров данного типа составляет 95-98 процентов.

Предельно допустимая концентрация примесей в атмосфере на территории промышленного предприятия не должна превышать 30 процентов вредных веществ для рабочей зоны [56].

3. Охрана водного бассейна

Охрана водного бассейна заключается в очистке стоков машиностроительного предприятия, для этого применяют механические методы, химические и физико-химические методы, а также комбинированные. Выбор того или иного метода зависит от концентрации взвешенного вещества, степени дисперсности его частиц и требований, предъявляемых к очищенной воде.

4. Охрана почв и утилизация промышленных отходов.

На проектируемом участке сборки и сварки рамы основной предусмотрены емкости для складирования металлических отходов (обрезки сварочной проволоки, бракованные изделия), а также емкости для мусора. Все металлические отходы транспортируются в металлургический цех, где они перерабатываются, а весь мусор вывозится за территорию предприятия в специально отведенные места и уничтожается [57].

7.6 Защита в чрезвычайных ситуациях

На участке возможно возникновение пожара. Поэтому разработанный участок оборудован специальными средствами пожаротушения:

- пожарными водопроводными кранами (нельзя тушить электроустановки под напряжением, карбида кальция и т.д.) – 2 шт.;
- огнетушитель ОХП-10 (для тушения начинающегося пожара твёрдых горючих материалов, легковоспламеняющихся и горючих жидкостей) – 2 шт.;
- огнетушитель углекислотный ОУ-5 (для тушения горючих жидкостей, электроустановок и т.д.) – 2 шт.;
- ящик с сухим и чистым песком (для тушения различных видов возгорания).

7.7 Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности

Проект вытяжной вентиляции.

На участке сборки и сварки применяем общеобменную приточно-вытяжную вентиляцию.

Вентиляция достигается удалением загрязненного или нагретого воздуха из помещения и подачей в него свежего воздуха.

В холодный и переходный периоды года, при категории работ Пб – работы средней тяжести, оптимальные параметры следующие: температура от плюс 17 до минус 19°C; относительная влажность 60÷40 %; скорость движения воздуха 0,3 м/с. В тёплый период года: температура 20÷22° С; относительная влажность 60÷40 %; скорость движения воздуха 0,4 м/с.

Для поддержания необходимой температуры применяется центральное отопление.

Заключение

В настоящей выпускной квалификационной работе в целях интенсификации производства, повышения качества изготавливаемой продукции, снижения себестоимости ее изготовления разработан механизированный участок сборки сварки рамы основной.

Для сборки-сварки рамы основной применено стационарное сборочно – сварочное приспособление на котором для крепления деталей используются подвижные упоры, пневмоприжимы и подставки, рассчитаны режимы сварки, разработан технологический процесс.

Кроме того, в данной работе приведено обоснование выбора способа сварки, сварочных материалов и оборудования, произведён расчёт элементов приспособлений.

Разработаны мероприятия по безопасности жизнедеятельности, охране труда и совершенствованию организации труда. Посчитана экономическая составляющая предлагаемого технологического процесса.

Годовая производственная программа составляет 500 изделий.

Площадь спроектированного участка – 250,56 м²;

Средний коэффициент загрузки оборудования – 86,07 %;

Количество приведенных затрат – 231462207,51 руб./изд.·год.

Библиография

1. Сравнение стабильности дуги и изменчивости геометрии сварных швов, полученных процессами MIG / MAG и FCAW (2016) – [Электронный ресурс] Режим доступа: <http://www.scielo.br/pdf/si/v20n2/0104-9224-si-20-2-191.pdf>
doi: 10.1590/0104-9224/SI2002.07
2. Влияние настройки параметров сварки на стабильность процесса MIG / MAG при работе с коротким замыканием (2016) – [Электронный ресурс] Режим доступа: http://www.posgrad.mecanica.ufu.br/revistas/full/full_16_01_316.pdf
doi: 10.1590/S0104-92242011000100004
3. Энергетические параметры процесса формирования шва при сварке МИГ-МАГ(2016) – [Электронный ресурс] Режим доступа: <http://ezproxy.ha.tpu.ru:2326/EJ/journal/mse> doi: 10.1088 / 1757-899X / 127/1/012025
4. Оценка эффектов увеличения удлинения (вылета) сплошного проволочного электрода при сварке MIG / MAG(2018)) – [Электронный ресурс] Режим доступа: <http://ezproxy.ha.tpu.ru:2762/journal/40430>
doi: 10.1007 / s40430-014-0299-8
5. Оценка применения контролируемого короткого замыкания в загрузочных проходах с двухпроводным процессом MIG / MAG (2017) [Электронный ресурс] Режим доступа: <http://ezproxy.ha.tpu.ru:2762/journal/40430>
doi: 10.1590 / S1678-58782004000100015
6. Different generations of manufacturing processes: A critical review (2017) – [Электронный ресурс] Режим доступа: <https://ezproxy.ha.tpu.ru:2059/record/display.uri?eid=2-s2.0-85018471625>
doi: 10.1016/S0924-0136(02)00860-9

7. основные технологические и маркетинговые тенденции развития сварочного производства. Сварочное производство. 2016. [Электронный ресурс] Режим доступа: № 11. С. 46-51.<https://elibrary.ru/item.asp?id=29290066>
8. Современные сварочные инверторы. Мальков С.Силовая электроника. 2017. [Электронный ресурс] Режим доступа: Т. 2. № 30. С. 76-77. <https://elibrary.ru/item.asp?id=15619522>
9. Разработка и практическое применение адаптивной импульсно-дуговой сварки при изготовлении и ремонте металлоконструкций ответственного назначения.(2016) [Электронный ресурс] Режим доступа:<http://www.scientific.net/AMM> ISBN:978-303835281-5; 978-303835281-5 doi: 10.4028 / www.scientific.net / AMM.682.332
10. Импульсная сварка высокоуглеродистой легированной стали: оценка геометрии ванны расплава и механических характеристик (2017) [Электронный ресурс] Режим доступа: <http://ezproxy.ha.tpu.ru:2935/content/by/year> doi: 10.1177 / 0954406216637086
11. Разработка и оценка технологии импульсной подачи проволоки для дуговой сварки (2018) – [Электронный ресурс] Режим доступа: <http://www.scielo.br/pdf/si/v23n3/0104-9224-si-23-3-326.pdf> doi: 10.1590/0104-9224/SI2303.03
12. Влияние задержки между токами на стабильность импульсного процесса MIG / MAG с разными скоростями подачи (2017) [Электронный ресурс] Режим доступа: http://ezproxy.ha.tpu.ru:2146/content/1073-5623?sortorder=asc&p_o=54 doi: 10.1007 / BF02595452
13. Влияние импульсов на процессы сварки и наплавки в механизированном и автоматическом оборудовании (2017) [Электронный ресурс] Режим доступа: <http://ezproxy.ha.tpu.ru:2110> doi: 10.1016/j.msea.2019.02.078
14. Lorch [Электронный ресурс] – режим доступа к ст.: (<http://www.shtorm-lorch.ru>)

15. ESAB [Электронный ресурс] – режим доступа к ст.: <https://www.esab.ru>
16. Lincoln Electric [Электронный ресурс] – режим доступа к ст.: <http://www.lincolnelectric.eu>
17. EWM [Электронный ресурс] – режим доступа к ст.: <http://www.ewm-russia.ru>
18. EWM [Электронный ресурс] – режим доступа к ст.: <http://www.ewm-russia.ru>
19. Требования НД, предъявляемые к конвейеры шахтные скребковые согласно ГОСТ Р 55152-2012– [Электронный ресурс]–
<https://docs.cntd.ru/document/1200103246>
20. ГОСТ 14771-76 Дуговая сварка в защитном газе, соединения сварные. Основные типы, конструктивные элементы и размеры [Электронный ресурс]–Режим доступа–<https://docs.cntd.ru/document/1200004932>
21. Требования к сварным соединениям [Электронный ресурс]–Режим доступа–<https://steel-plass.ru/gosti/cto-0046-2005-3/>
22. Требование к оформлению документации–[Электронный ресурс]–
<https://docs.cntd.ru/document/1200001260>
23. РД 34.15.132-96 Сварка и контроль качества сварных соединений металлоконструкций зданий при сооружении промышленных объектов
24. ГОСТ Р ИСО 14175-2010. Материалы сварочные. Газы и газовые смеси для сварки плавлением и родственных процессов // URL: <https://docs.cntd.ru/document/1200084975> (дата обращения 25.03.2021).Марочник сталей и сплавов / Драгунов Ю.Г., Каширский Ю.В. и др.; под общей ред. Зубченко А.С. – М.: Машиностроение, 2015. 1216 с.: ИЛЛ.
25. Сталь 14ХГ2САФД [Электронный ресурс] – режим доступа к ст.: 14ХГ2САФД - конструкционная легированная высокопрочная износостойкая мартенситно-бейнитная сталь. (resursmsk.ru)
26. Васильев В.И., Ильященко Д.П. Разработка этапов технологии при дуговой сварки плавлением – Издательство ТПУ, 2008г. - 96 с.

27. Гривняк И. Свариваемость сталей: Пер. со словац. Л.С.Гончаренко; под ред. Э.Л. Макарова.-М.: Машиностроение,1984. – 216
28. ГОСТ 2246-70 Проволока стальная сварочная. Технические условия. М.: Стандартиформ, 1973.
29. СВ-08Г2С [Электронный ресурс] – режим доступа к ст.: СВ-08Г2С-О (esab.ru)
30. Контроль и регулировка импульсной сварочной дуги с LORCH XT: самый высокий уровень сварки [Электронный ресурс] – режим доступа к ст.: Контроль и регулировка импульсной сварочной дуги с LORCH XT: самый высокий уровень сварки - ЭкоСвар (ecosvar.com)
31. Инверторные импульсные сварочные аппараты серии MicorMIG Pulse, LORCH (Германия) [Электронный ресурс] – режим доступа к ст.: Инверторные импульсные сварочные аппараты серии MicorMIG Pulse, LORCH (Германия) купить в компании "Интертехприбор" (intertechpribor.ru)
32. Сварочные приспособления. Крампит Н.Ю. Крампит А.Г. – ЮТИ ТПУ – 2008 – 95 с
33. Подбор комплекта ВИК – [Электронный ресурс] – <https://www.ntcexpert.ru/vic/1327-komplekt-vik-gazprom>
34. Подбор ультразвукового дефектоскопа–[Электронный ресурс]–<https://www.ntcexpert.ru/uc/ultrazvukovoi-defectoscop/579-ultrazvukovoj-defektoskop-tomograf-a1550-introvisor>
35. Инструкция по визуальному и измерительному контролю - [Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://www.norm-load.ru/SNiP/Data1/39/39956/index.htm>
36. Требования к выполнению визуально и измерительного контроля – [Электронный ресурс] –<https://files.stroyinf.ru/Data2/1/4294816/4294816743.htm>
37. Требования к проведению ультразвукового контроля–[Электронный ресурс] – https://www.ntcexpert.ru/documents/docs/OST_32_100-87.pdf
38. Маслов Б.Г. Неразрушающий контроль сварных соединений и изделий в машиностроении: Учеб. пос. для вузов. – М.: Академия, 2008. – 272 с.

39. Организация и планирование производства. Основы менеджмента: метод. указ. к выполн. курс. работы. для студентов спец. 120500«Оборудование и технология сварочного производства». - Томск: Изд. ЮФТПУ, 2000-24 с.
40. Ахумов В.А. Справочник нормировщика. М.: Машиностроение, 1986. 240 с.
41. Решетов Д.Н. Детали машин: Учебник для студентов машиностроительных и механических специальностей вузов. – 4-ое издание, переработанное и дополненное. Москва, "Машиностроение", 1989 – 496 с.
42. Крампит Н.Ю. Сварочные приспособления. Учебное пособие для ст. спец. 120500, ИПЛ ЮТИ ТПУ-2004
43. Анурьев В.И. Справочник конструктора-машиностроителя. Том 3. – М.: Машиностроение, 1978-557 с.
44. Крампит Н.Ю. Проектирование сварочных цехов: Методические указания. Ю.: Изд-во ИПЛ ЮТИ ТПУ. – 2005. – 40 с.
45. Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение часть ВКР часть ВКР: Методические указания по выполнению экономической части выпускной квалифицированной работы для студентов 151001 «Машиностроение», ЮТИ ТПУ, 2020. – с. 24
46. Каталог металлопроката–[Электронный ресурс] – Режим доступа:<https://areal-metal.ru/marki-stalej/stal-30hgsa1#catalog>
47. Lorch MicorMIG 500 BasicPlus Water-cooled Seperate MIG Machine [Электронный ресурс] – режим доступа к ст.: Lorch MicorMIG 500 BasicPlus Water-cooled Seperate MIG Machine | Camarc.co.uk (arckinetics.net)
48. ГОСТ 27584-88 Краны мостовые и козловые электрические. Общие технические условия.
49. ГОСТ 12.0.0030-74 «ССБТ. Опасные и вредные производственные факторы. Классификация (с изменениями по И-Л-Х1-91)»
50. ГОСТ 12.1.005-88. ССБТ. Воздух рабочей зоны. Общие санитарно-гигиенические требования.

51. Запыленность и загазованность воздуха в рабочих зонах [Электронный ресурс] – режим доступа к ст.: <http://www.ecolosorse.ru/ecologs-281-1.html>
52. Русак О.Н., доктор технических наук, профессор. Промышленная вентиляция Учебное пособие по лабораторным, практическим и дипломным работам бакалавров и магистерским диссертациям. Санкт-Петербург 2011.
53. Гришагин В.М., Фарберов В.Я. "Расчеты комфорта и безопасности". – Юрга: Изд. филиала ТПУ, 2012. – 96 с.
54. Санитарные нормы СН 2.2.4/2.1.8.562-96. Шум на рабочих местах, в помещениях жилых, общественных зданий и на территории жилой застройки.
55. Кукин П.П., Лапин В.Л., Подгорных Е.А. и др. Безопасность жизнедеятельности. Безопасность технологических процессов и производств (Охрана труда). Учеб. пособие для вузов / М.: Высшая школа, 2004. – 298 с.
56. Брауде М.З. "Охрана труда при сварке в машиностроении"/ М.: Машиностроение, 1978. – 141 с.
57. Селитебные зоны – это что? Селитебная территория [Электронный ресурс] – режим доступа к ст.: <http://fb.ru/article/288464/selitebnyie-zonyi---eto-cto-selitebnaya-territoriya>

Приложение А

(Спецификация изделия ФЮРА.КСКр.381.062.00.000 СБ)

Перв. примен.	Формат	Зона	Поз.	Обозначение	Наименование	Кол.	Примечание	
Справ. №	A1			ФЮРА.КСКр.381.062.00.000 СБ	Сборочный чертеж			
					Сборочные единицы			
			1	ФЮРА.КСКр.381.062.01.000	Баковина	1		
			2	ФЮРА.КСКр.381.062.02.000	Баковина	1		
			3	ФЮРА.КСКр.381.062.03.000	Стенка передняя	1		
Подп. и дата								
					Детали			
			4	ФЮРА.КСКр.381.062.00.001	Накладка	1		
			5	-01	Накладка	1		
			6	ФЮРА.КСКр.381.062.00.002	Накладка	1		
			7	-01	Накладка	1		
			8	ФЮРА.КСКр.381.062.00.003	Днище верхнее	1		
			9	ФЮРА.КСКр.381.062.00.004	Днище среднее	1		
			10	ФЮРА.КСКр.381.062.00.005	Накладка	1		
			11	-01	Накладка	1		
			12	ФЮРА.КСКр.381.062.00.006	Днище-вставка	1		
			13	ФЮРА.КСКр.381.062.00.007	Днище-вставка	1		
			14	ФЮРА.КСКр.381.062.00.008	Накладка	1		
Инв. № подл.	Разраб.	Замирбеков ЖП			Рама основания	Лист	Лист	Листов
	Пров.	Ильященко ДП					1	2
	Н.контр.	Ильященко ДП				ЮТИ ТПУ		
	Утв.					гр. 10А72		

Приложение Б

(спецификация сборочно-сварочного приспособления)

Инв. № подл.	Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	Подп. и дата	Взам. инв. №	Инв. № дубл.	Подп. и дата	Справ. №	Перв. примен.	Формат	Зона	Поз.	Обозначение	Наименование	Кол.	Примечание
																Документация		
										A1					ФЮРА.0000001.062.00.000 СБ	Сборочный чертеж		
																Сборочные единицы		
										1					ФЮРА.0000001.062.01.000	Пневмоприжим	1	
										2					ФЮРА.0000001.062.02.000	Пневмоприжим	1	
										3					ФЮРА.0000001.062.03.000	Цепь	1	
																Детали		
										4					ФЮРА.0000001.062.00.001	Крючок	1	
										5					ФЮРА.0000001.062.00.002	Петля	1	
										6					ФЮРА.0000001.062.00.003	Штырь	6	
										7					ФЮРА.0000001.062.00.004	Подпорка	2	
										8					ФЮРА.0000001.062.00.005	Подпорка	2	
										9					ФЮРА.0000001.062.00.006	Основание	1	
										10					ФЮРА.0000001.062.00.007	Ось	1	
										11					ФЮРА.0000001.062.00.008	Кольцо	6	
										12					ФЮРА.0000001.062.00.009	Упор	2	
										13					ФЮРА.0000001.062.00.010	Ось	4	
										14					ФЮРА.0000001.062.00.011	Стойка	2	

[illegible]

(Технологический процесс)

Т/А	Титульный лист	1
-----	----------------	---

[illegible]

[illegible]

[illegible]

[illegible]

[illegible]

[illegible]

[illegible]

[illegible]

[illegible]

[illegible]

[illegible]

[illegible]

[illegible]

[illegible]

[illegible]

[illegible]

[illegible]